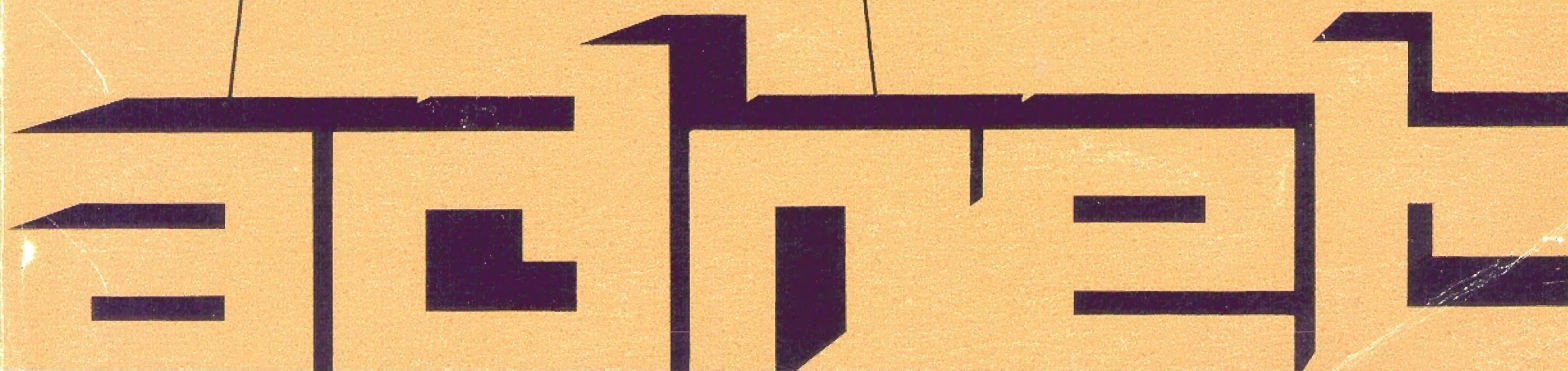


BOULE
electronique



sommaire

cette brochure
constitue en juin 1976,
la 5^e édition
du catalogue condensé
des instruments développés par



le spécialiste européen
de l'instrumentation numérique
programmable



ADRET ELECTRONIQUE
12, avenue Vladimir Komarov
BP 33 - 78190 TRAPPES

Tél. 051 29 72
télex ADREL TRAPS 600 821

s.a. au capital de 4 200 000 f
r.c. Versailles B 679805077

Qui sommes-nous ? 2 à 3

Guide de choix : 6

- Génération
- Métrologie
- Equipement OEM

Instruments génération et métrologie : 7 à 29

Instruments Equipement OEM 30 à 36

Périphériques et accessoires 37 et 38

**Qu'est-ce qu'un générateur de fréquence
et pourquoi un synthétiseur** 36 à 42

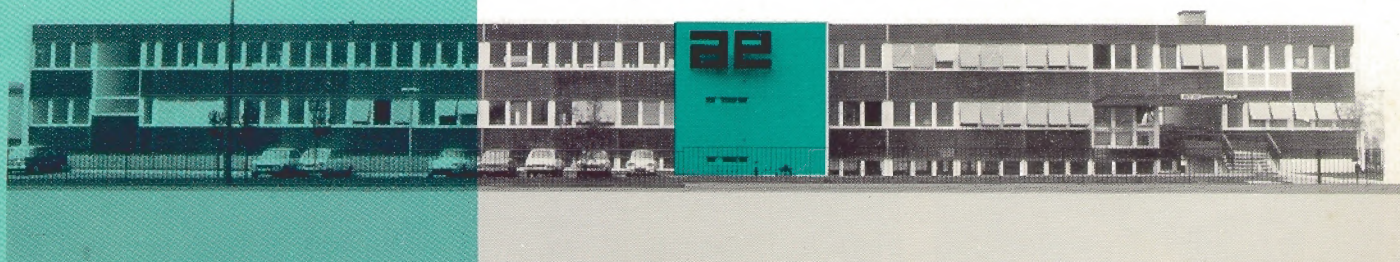
**Quelques applications typiques des générateurs
synthétiseurs de fréquence :**

- Contrôle automatique de filtres 43
- Wobulation avec marqueurs 44
- Fréquence-mètre actif 45
- Résonance magnétique nucléaire 46

Coupons réponse 47 et 48

Documentation complémentaire

Agents en France et à l'étranger 111





QUI sommes nous ?

La société Adret Electronique fut créée en janvier 1966 par deux spécialistes de l'instrumentation de mesure : Mrs Royer et Charbonnier. Son activité est orientée vers l'instrumentation de mesure et plus spécialement vers la création d'instruments programmables.

Son département études et développement qui constitue une part importante de la société a permis au fil des années de créer des techniques nouvelles de mesure et de génération de signaux, principalement basés sur la synthèse de fréquence.

Continuellement confrontée à la concurrence internationale, Adret Electronique, grâce à son département étude et développement est restée à la pointe du progrès tant au point de vue technologie que performance et occupe une place de choix parmi les leaders de la génération de signaux par technique de synthèse.

NOS PRODUITS

Dès son origine, Adret Electronique s'est tournée vers la diversification mais toujours en s'appuyant sur la technique numérique.

Cette diversification qui a été menée méthodiquement et actionnellement a permis le développement de trois types de matériel différents :

- Les générateurs synthétiseurs de laboratoire.
- Le matériel d'équipement et OEM.
- Les instruments de métrologie.

Les générateurs synthétiseurs de laboratoire.

Adret Electronique est incontestablement la société qui offre le plus grand choix de générateurs synthétiseurs du monde.

La gamme de fréquence couverte par ces générateurs synthétiseurs va du continu à 600 MHz et dans chaque gamme de fréquence l'utilisateur pourra toujours trouver l'instrument qui correspond le mieux à ses applications.

Arbitrairement, ces générateurs synthétiseurs peuvent être divisés en 4 catégories :

- Les générateurs de fonction synthétisés (0,01 Hz à 200 kHz).
- Les générateurs synthétiseurs de mesure : véritables générateurs programmables et wobulateurs qui offrent la modulation AM, FM et PM.



— Les générateurs synthétiseurs systèmes : versions simplifiées des précédents et directement interfaçables dans les systèmes automatiques de mesure. (Interface BCD ou ASCII).

— Les générateurs synthétiseurs de niveau : véritables références de fréquence et de niveau particulièrement destinés aux télécommunications, utilisables avec la plupart des positions de mesures sélectives.

Le matériel d'équipement

Peu de temps après sa création, Adret Electronique a été contacté par les grandes administrations pour remplacer les pilotes à quartz des émetteurs de radiodiffusion, télévision et autres natures par des pilotes synthétisés.

Depuis, de nombreuses sociétés et administrations étrangères ont fait appel aux connaissances d'Adret Electronique pour résoudre les mêmes problèmes.

Dans ce catalogue, l'utilisateur

pourra trouver des exemples de réalisation et d'application des pilotes synthétisés.

Les instruments de métrologie

L'un des premiers instruments créé par Adret Electronique a été un standard de tension continue qui a été depuis vendu à près de mille exemplaires. Forte de cette expérience, la société a introduit sur ce marché deux nouveaux instruments de métrologie de fréquence qui sont :

Le récepteur étalon, véritable étalon qui permet de restituer la stabilité de fréquence à long terme des étalons atomiques utilisés pour piloter les émetteurs de fréquence stable. (Allouis en France, Droitwich en Angleterre, H.B.G. en Suisse etc.) et de fournir une très grande stabilité à court terme grâce à son pilote interne.

Le multiplicateur d'écart qui permet de chiffrer directement l'écart d'une fréquence à mesurer par rapport à une fréquence étalon.

NOTRE RESEAU MONDIAL

Adret Electronique est présent dans la plupart des pays industrialisés du monde. Soit à partir de son propre réseau (France, Etats-Unis), soit à partir de représentants dûment sélectionnés et contrôlés. Où que vous soyez vous pourrez donc faire appel à nos spécialistes qui vous conseilleront sur le matériel le plus adapté à vos problèmes. (Voir liste des agents et filiales en 3ème de couverture).

NOTRE GARANTIE

Avant d'être expédiés, tous les instruments sont contrôlés systéma-



tiquement par le service contrôle puis à nouveau par le service qualité qui vérifie que chacune des spécifications est conforme à la fiche technique de l'instrument. Ceci permet à l'utilisateur d'être absolument assuré de la conformité des instruments.

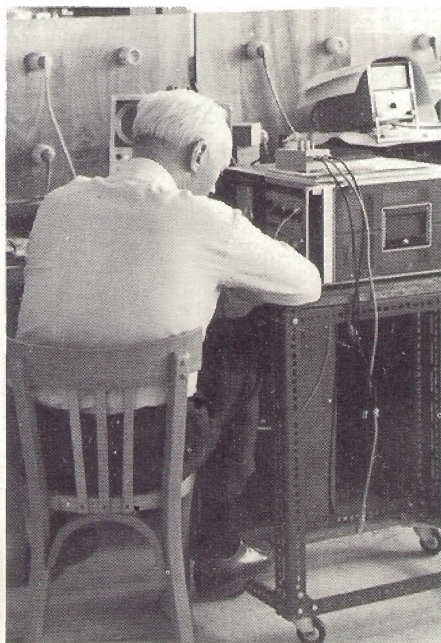
Toutes les fabrications d'Adret Electronique sont garanties pendant une durée d'un an, pièces et main d'œuvre, pour toute panne ou défaut de fonctionnement, les réparations sont effectuées en nos locaux.

NOTRE SERVICE APRES-VENTE

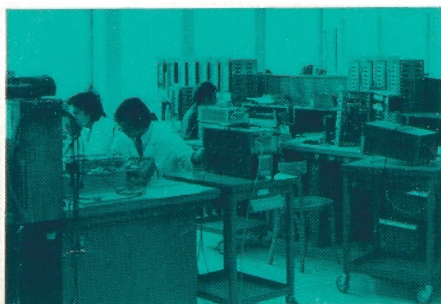
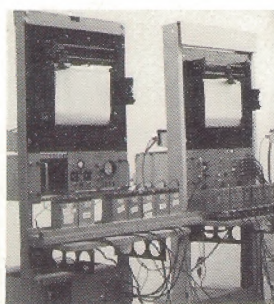
Malgré l'extrême fiabilité de nos produits, nous avons créé un service après-vente qui interviendra à deux niveaux.

— Dépannage et remise dans les spécifications des instruments par notre service après-vente.

— Réétalonnage et intervention préventive dans notre laboratoire de calibration, habilité par le BNM dans le domaine fréquences.



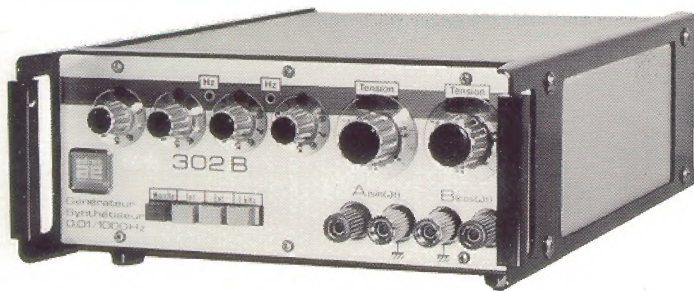
		6
1		4
2		
3	5	7



1 - 2 - 4 - Laboratoire d'étude. 3 - Calibration des pilotes. 5 - 7 - Contrôle des sous-ensembles. 6 - Contrôle qualité.

GUIDE DE CHOIX

Programmation en fréquence	Programmation du niveau	Sorties déphasées	Fréquence décalée	Atténuateur	Modulation PM	Modulation FM	Modulation AM	Interpolation Wobulation	GENERATION								instruments	pages
									1 kHz	10 kHz	100 kHz	1 MHz	10 MHz	100 MHz	1 GHz			
●		●								0,01 Hz/1 kHz						302B	5	
●								●	0,1 Hz/100 kHz							301	5	
●	●	●		●		●	●	●	0,01 Hz/200 kHz							3100	6 - 7	
●				●		●	●	●	0,1 Hz/2 MHz							201	8 - 10	
●				●					0,1 Hz/2 MHz							201 SB	11	
●	●		●	●					300 Hz/14 MHz							2400	12	
●			●	●					300 Hz/14 MHz							2410	13	
●	●			●		●	●	●	300 Hz/50 MHz							3300	18	
●	●			●					300 Hz/50 MHz							3310	18	
●	●			●			●			10 kHz/110 MHz						6101 + 6300	16 à 26	
●	●			●		●	●	●	10 kHz/110 MHz							6100+6300+65xx		
●	●			●	●	●	●	●	400 kHz/600 MHz							6100+6315+65xx		
●	●			●			●		400 kHz/600 MHz							6101 + 6315		
METROLOGIE																		
	●								Etalon de tension continue						102	27		
									Multiplicateur d'écart de fréquence						4110	28		
									Fréquences étalons						4101	29		
●									Décibelmètre hétérodyne						6101+6303	22		
●				●				●	Analyseur d'onde						6100+6303+6507	23		
●				●				●	Analyseur de spectre						6100+6303+6503	23		
●								●	Fréquence-mètre actif						6100+6300+6502	14		
●								●							et 201	45		
●								●	Expanseur de dérive						6100+6300+6502	24		
●								●							et 201	46		
EQUIPEMENT OEM																		
									Pilote OL						201 R/RA	31		
									Pilote OC						6203	32		
●									Pilote OC (Mode F1)						6204	33		
●									Pilotes TV						4500	34		
●									Pilote pour sources hyperfréquences						5104	31		



302 B

**0,01 Hz / 100 Hz
0,1 Hz / 1 kHz**

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

Gammes de fréquence :

0,01 Hz à 99,99 Hz, résolution de 0,01 Hz
0,1 Hz à 999,9 Hz, résolution de 0,1 Hz

Stabilité de fréquence : $3 \cdot 10^{-5}$ de 0 à 50°C

Déphasage entre les deux sorties : $90^\circ \pm 0,2^\circ$

Niveaux de sortie : 0 à 5 V eff. f.e.m.

Impédance interne : 50 Ω

Cet appareil délivre deux signaux en quadrature. Il comprend essentiellement un oscillateur piloté par quartz, une base de temps et un oscillateur numérique asservi en phase sur le pilote à quartz.

Signaux non harmoniques : - 60 dB

Signaux harmoniques : < - 40 dB

Programmation numérique de la fréquence :

4 chiffres codés DCB 1 - 2 - 4 - 8
Temps d'acquisition 50 ms.

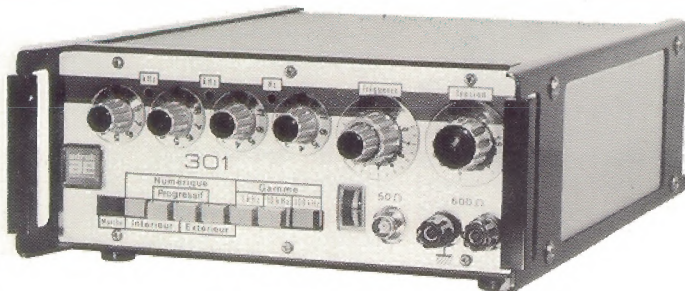
DIMENSIONS :

Hauteur : 88 mm, Largeur : 220 mm,
Adaptateur rack standard 19"
(demi rack),
Profondeur hors tout : 340 mm.

MASSE : 3 kg.

ENVIRONNEMENT :

Fonctionnement :
0-50°C, stockage : - 20° + 70°C.



301

0,1 Hz / 100 kHz

CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES

3 gammes de fréquence :

1 kHz : de 0,1 Hz à 999,9 Hz — résolution 0,1 Hz
10 kHz : de 1 Hz à 9,999 Hz — résolution 1 Hz
100 kHz : de 10 Hz à 99,99 kHz — résolution 10 Hz

Stabilité de fréquence :

$\pm 3 \cdot 10^{-5}$ ou celle d'un étalon extérieur 1 MHz

Tension de sortie :

0 à 2,5 Volts ; eff. sur deux sorties d'impédance interne 50 Ω et 600 Ω

Stabilité de l'amplitude :

— en fonction de la fréquence : < 0,3 dB
— pour une variation de $\pm 10\%$ secteur : < 0,1 dB

Programmation numérique :

4 chiffres codés DCB 1 - 2 - 4 - 8 plus de code de gamme

Fonction «PROGRESSIF»

Progressif intérieur : commande par potentiomètre

Gamme 1 k Ω : 0 à 1 080 Hz

Gamme 10 k Ω : 0 à 10 800 Hz

Gamme 100 k Ω : 0 à 108 000 Hz

Progressif extérieur : wobulation de chaque gamme par un signal (0 à 1000 Hz) d'amplitude 0 à + 6V par rapport à la masse.

Caractérisé par un encombrement réduit le 301 est l'instrument idéal pour l'étude et le contrôle de filtres BF, en effet, associé au programmeur 311, il permet de constituer un programme de huit fréquences à sélection manuelle ou automatique (avec cadenceur 402 voir chapitre périphériques et accessoires).

Un afficheur modèle 321 peut être ajouté à l'ensemble 301 + 311, de façon à connaître à chaque instant la fréquence programmée*.

En outre la fonction «PROGRESSIF INTERIEUR» (bouton FREQUENCE) permet de réaliser une variation de fréquence continue à l'intérieur de chacune des 3 gammes (0 à 1,1 kHz — 0 à 11 kHz et 0 à 110 kHz). Un indicateur d'écart permet de rechercher et d'afficher la valeur numérique de la fréquence, commandée en mode PROGRESSIF.

DESCRIPTION

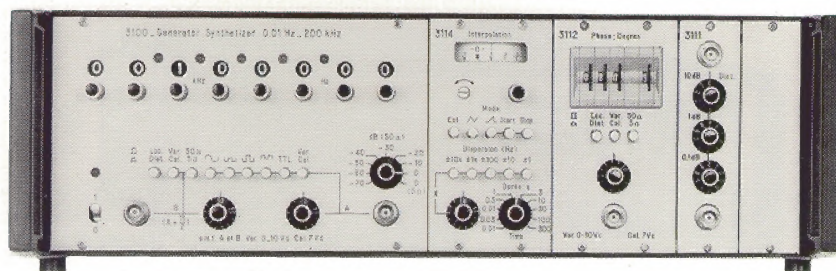
WOULATION — Chacune des 3 gammes peut être couverte grâce à un signal extérieur d'amplitude 0 à + 6V et de fréquence comprise entre 0 et 1 kHz.

Sortie des signaux - La fréquence synthétisée est disponible sur deux sorties d'impédance caractéristique de 50 Ω et 600 Ω , dont l'amplitude est ajustable d'une façon continue de 0 à 2,5 V. eff.

* Cette application est décrite plus en détail au chapitre APPLICATION.

3100

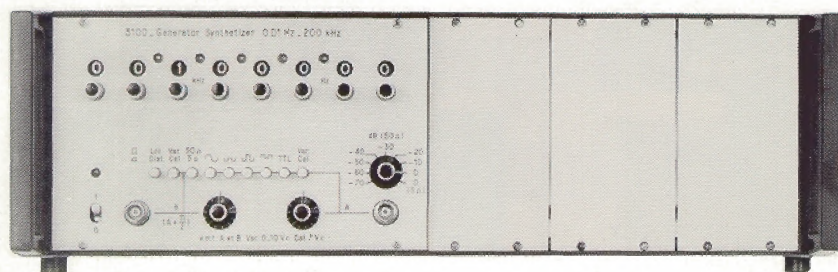
**GENERATEUR MODULAIRE
de 0,01 Hz à 200 kHz**



Afin de satisfaire les besoins souvent spécifiques des utilisateurs de la gamme BF/TBF, adret a développé le 3100 générateur synthétiseur de fréquence à options câblées, cet appareil est constitué d'un châssis de synthèse comportant l'affichage de la fréquence et les circuits de sortie. Il comporte, en outre, une alvéole susceptible de recevoir 1 à 3 options choisies parmi les 4 disponibles.

De par les fonctions qu'il offre, ce générateur est particulièrement bien adapté dans les domaines suivants : servomécanisme, filtre BF, téléphonie à courants porteurs, vibrations mécaniques de pièces ou de structures, avionique, ...

BATI SYNTHETISEUR



CARACTERISTIQUES DU BATI 3100

FREQUENCE

Gamme : 0,01 Hz à 199.999,99 Hz
Résolution : 0,01 Hz
Affichage : par 8 commutateurs décimaux
Précision : avec pilote interne :
 $\pm 5 \cdot 10^{-6}$ de 0° C à +50° C

ASSERVISSEMENT

sur étalon extérieur par comparateur incorporé
Fréquence : 10 MHz
Niveau : 50 mV eff à 1 V eff/50 Ω

SORTIE A (référence)

Signaux délivrés : signal sinusoïdal, créniaux positifs, créniaux symétriques, créniaux négatifs, niveau TTL.
f.e.m. ajustable : 0 à 10 V crête environ, position calibrée à 7 V crête $\pm 5\%$.
Courant de sortie maximum : 100 mA crête
Impédance : 5 Ω ou 50 Ω
Réponse amplitude/fréquence : $\pm 2\%$
Atténuation : 0 à 70 dB par pas de 10 dB (avec l'impédance 50 Ω seulement).

SORTIE B (déphasée de $\Pi/2$)

Signal sinusoïdal
f.e.m. ajustable : 0 à 10 V crête environ
f.e.m. calibrée : 7 V crête $\pm 5\%$
Courant de sortie maximum : 100 mA crête
Impédance : 5 Ω ou 50 Ω
Réponse amplitude/fréquence : $\pm 2\%$
Déphasage : par rapport à la « sortie A sinusoïdale » $90^\circ \pm 0,5^\circ$.

SORTIE FREQUENCE INTERNE

Fréquence : 10 MHz
Niveau : environ 200 mV eff/50 Ω

PURETE SPECTRALE

Bruit de phase : dans une bande de 1 Hz :

- mesuré à 100 Hz de la porteuse :
 ≤ -110 dB
- mesuré à 1 kHz de la porteuse :
 ≤ -115 dB

Composantes non harmoniques : ≤ -70 dB

Composantes harmoniques : du mode sinusoïdal (f.e.m. calibrée, impédance 50 Ω) : ≤ -50 dB

PROGRAMMATION DE LA FREQUENCE

Code BCD 1-2-4-8
Logique TTL positive
Temps d'acquisition : 2 ms

ALIMENTATION

Tension réseau : 115 V/230 V ($\pm 10\%$)
Tension convertisseur à signaux carrés :
155 V crête.
Fréquence : 50 Hz à 400 Hz
Consommation : 30 V.A. à 40 V.A. selon options

CARACTERISTIQUES MECANQUES

Adaptable au rack 19"
Hauteur : 132 mm (3 U)
Largeur : 440 mm
Profondeur : 452 mm
Masse : 10 Kg à 12 Kg selon options

ENVIRONNEMENT

Fonctionnement : 0° C à +50° C
Stockage : -20° C à +70° C

Le bâti assure l'affichage numérique de la fréquence avec une résolution de 0,01 Hz, soit en mode local à partir de 8 commutateurs décimaux, soit par programmation en code DCB 1-2-4-8. Le signal est disponible sur deux sorties en quadrature de phase. (Une voie A de référence, une voie B en quadrature). Le niveau de chacune d'elle étant réglable par potentiomètre de 0 à 10 V crête avec une position étalonnée de 7 Vc à $\pm 5\%$. Le courant maximum disponible sur chaque voie étant de 100 mA.

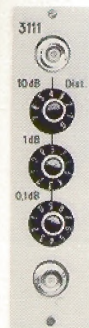
La voie A de référence possède une impédance de sortie de 5 Ω ou de 50 Ω , le signal étant disponible sous forme sinusoïdale, carré symétrique, carré positif, carré négatif, et carré TTL, avec l'impédance 5 Ω , le niveau de sortie est réglable par potentiomètre tandis qu'avec l'impédance 50 Ω le niveau de sortie est réglable à la fois avec potentiomètre et atténuateur de 0 à -70 dB par pas de 10 dB.

La voie B déphasée de 90° par rapport à la voie A ($90^\circ \pm 0,5^\circ$), possède également deux impédances de sortie, 5 Ω ou 50 Ω .

Le bâti utilisé seul constitue donc un synthétiseur de fréquence programmable en fréquence avec deux voies de sortie, mais de nombreuses fonctions peuvent lui être ajoutées grâce aux 4 options disponibles :

- Atténuateur programmable
- Déphasage à haute résolution
- Interpolation de fréquence / wobulation
- Modulation de porteuse

OPTIONS



ATTENUATEUR PROGRAMMABLE (option 3111)

Atténuation de la sortie du bâti ou de l'une des options.
Atténuation locale ou par programmation de 0 à -79,9 dB par pas de 0,1 dB.

Impédance caractéristique : 50 Ω

Gamme : 0 à 79,9 dB

Résolution : 0,1 dB

Temps de commutation : ≤ 200 ms

Précision : $\pm 0,2$ dB $\pm 1\%$ de l'atténuation

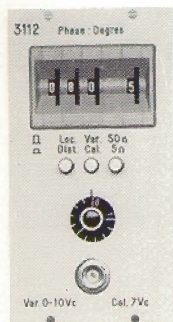
Déphasage introduit : $\leq (10^{-5} \cdot F)$ degré

et F en Hz.

Programmation :

• Code BCD 1-2-4-8

• Logique TTL positive



DEPHASAGE PROGRAMMABLE (option 3112)

Déphasage numérique ou programmable de 0 à 359,9° par pas de 0,1°. Sortie sur 5 Ω ou 50 Ω avec atténuateur et vernier (0 à 10 Vc) position étalonnée à 7 Vc.

Pour cette option la sortie de référence est la voie A du bâti.

DEPHASAGE

Gamme : 0 à 359,9°

Résolution : 0,1°

Affichage par 4 commutateurs rotatifs

Temps de commutation : ≤ 10 ms

Précision (f.e.m. calibrée, impédance 50 Ω)

• Linéarité : $\pm 1^\circ$

• Réponse phase/fréquence : $\pm 0,5^\circ$

SORTIE

Signal sinusoïdal

f.e.m. ajustable : 0 à 10 V crête environ

f.e.m. calibrée : 7 V crête $\pm 5\%$

Courant de sortie maximal : 100 mA crête

Impédance : 5 Ω ou 50 Ω

Réponse amplitude/fréquence : $\pm 2\%$

PURETE SPECTRALE

Bruit de phase dans une bande de 1 Hz

• mesuré à 100 Hz de la porteuse : ≤ -110 dB

• mesuré à 1 kHz de la porteuse : ≤ -115 dB

Composantes non harmoniques : ≤ -65 dB

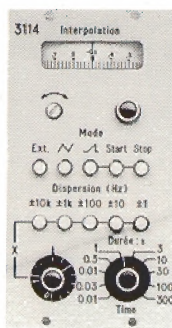
Composantes harmoniques

(f.e.m. calibrée, impédance 50 Ω) : ≤ -45 dB

PROGRAMMATION

• Code BCD 1-2-3-4-8

• Logique TTL positive



WOBULATION DE FREQUENCE (option 3114)

Cinq excursions présélectionnées ± 1 Hz . . .
 ± 10 kHz par rapport à la fréquence affichée sur le bâti.

Commande manuelle, $\pm 100\%$ de

Gammes : ± 1 Hz, ± 10 Hz, ± 100 Hz, ± 1 kHz, ± 10 kHz, visualisation de la gamme par voyants si tués sur le bâti 3100.

MODES DE FONCTIONNEMENT

• Interpolation manuelle

• Mode relaxé : balayage par triangles symétriques

• Mode déclenché : balayage par dent de scie

• Mode extérieur

INTERPOLATION MANUELLE

réglage progressif par potentiomètre 10 tours, visualisé par échelle graduée :

• Précision des graduations : $\pm 2\%$

MODE RELAXE OU DECLENCHE

Réglage progressif de la dispersion à l'intérieur de la gamme d'interpolation par potentiomètre,

Réglage progressif de la fréquence centrale, par potentiomètre 10 tours, visualisé par échelle graduée.

• Précision des graduations : $\pm 2\%$

Balayage

Durée : 10 ms à 300 s

Amplitude : ± 5 V

Impédance de charge minimale : 1 k Ω

Balayage

• Durée : 10 ms à 300 s

• Amplitude : ± 5 V

• Impédance de charge minimale : 1 k Ω

• En mode déclenché, commandes Start/Stop* par bouton poussoir ou niveau «0» fugitif.

la gamme sélectionnée.

Wobulation par rampe interne de durée variable de 0,01 s à 300 s (rampe disponible à l'arrière).

Sortie marqueurs au nombre de 21, tous les 10 % de la gamme affichée. Fréquence d'interpolation 5 MHz ± 1 MHz disponible à l'arrière.

Télécommande du départ et de l'arrêt de la wobulation.

MODE EXTERIEUR

Balayage

• Impédance d'entrée : 1 k Ω

• Amplitude sans atténuation : ± 5 V pour la totalité de la gamme choisie.

MARQUEURS TYPE PAPILLON

— 3 marqueurs indiquant la fréquence centrale et les fréquences extrêmes de la gamme d'interpolation choisie.

— Amplitude : 200 mVcc environ.

— 18 marqueurs intermédiaires

— Amplitude : 100 mVcc environ.

— Espacement entre deux marqueurs : 10 % de la gamme d'interpolation choisie.

— Impédance de charge minimale : 50 Ω

MARQUEURS REDRESSES

— 3 marqueurs indiquant la fréquence centrale et les fréquences extrêmes de la wobulation.

— Amplitude : 400 mV crête environ

— 18 marqueurs intermédiaires

— Amplitude : 200 mV crêtes environ

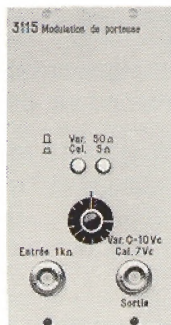
— Espacement entre deux marqueurs : 10 % de la gamme d'interpolation choisie.

— Impédance de charge minimale : 1 k Ω

SORTIE 5 MHz ± 1 MHz :

— Cette sortie varie de ± 1 MHz quelle que soit la gamme d'interpolation choisie.

— Niveau : environ 200 mV eff/50 Ω



MODULATION DE PORTEUSE (option 3115)

Modulation d'une porteuse extérieure de fréquence 0/500 kHz. Modulation 4 quadrants par la fréquence affichée

ou programmée sur le bâti, en phase avec sa sortie A. Sortie identique à l'option 3112.

ENTREE PORTEUSE

• Fréquence : 0 à 500 kHz

• Niveau maximal : 1,4 V crête

• Impédance : 1 k Ω

SORTIE MODULEE :

f.e.m. ajustable : 0 à 10 V crête

(pour une tension continue de 1,4 V appliquée à l'entrée porteuse).

f.e.m. calibrée : 7 V crête $\pm 5\%$ (pour une tension continue de 1,4 V appliquée à l'entrée porteuse).

Déphasage du signal synthétisé (f.e.m. calibrée, impédance 50 Ω).

• 0 à 60 kHz : $\leq \pm 0,5^\circ$

• 60 kHz à 200 kHz : $\leq \pm 1^\circ$

Déphasage de la porteuse (f.e.m. calibrée, impédance 50 Ω).

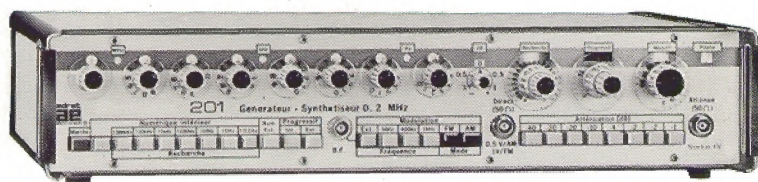
• 0 à 100 kHz : $\leq \pm 0,5^\circ$

• 100 kHz à 200 kHz : $\leq \pm 1^\circ$

• 200 kHz à 500 kHz : $\leq \pm 2^\circ$

201

0,1 Hz / 2 MHz



Cet appareil possède toutes les fonctions d'un générateur de laboratoire, mais du fait des qualités intrinsèques des synthétiseurs, il offre de nouvelles possibilités de mesure, tant en précision qu'en souplesse d'utilisation.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Gamme de fréquence

0,1 Hz à 1 999 999,9 Hz

Affichage numérique par pas de 0,1 Hz.

Stabilité en fréquence

$2 \cdot 10^{-8}$ par jour ou $2 \cdot 10^{-9}$ par jour (sur option).

Pilotage par un étalon extérieur : 100 kHz ou 1 MHz.

Niveau de sortie en f.e.m.

2 V eff. en CW et FM

1 V eff. en AM.

Impédance interne : 50 Ω .

Atténuateur

0 à 99 dB par pas de 1 dB, vernier ± 1 dB.

Sortie auxiliaire : 100 mV eff. sur 50 Ω .

Réponse amplitude/fréquence : $\leq 0,3$ dB.

Variation du niveau en fonction du secteur

$\leq 0,1$ dB pour ± 10 %.

Pureté spectrale

Bruit de phase

dans une bande de 1 Hz :

95 dB à 100 Hz de la porteuse

95 dB à 300 Hz de la porteuse

100 dB à 1 kHz de la porteuse

Composantes non harmoniques : -70 dB.

Composantes harmoniques

-40 dB (typique -50 dB).

Fonction «recherche»

variation continue de la fréquence de $\pm 0,1$ Hz à ± 100 kHz autour d'une fréquence affichée numériquement.

Stabilité : $5 \cdot 10^{-3}$ à moyen terme (1 h).

Précision : > 10 % de la valeur affichée.

Fonction «progressif»

variation continue de la fréquence de 0 à 2,1 MHz en commande manuelle ou extérieure (signaux de 0 à + 6 V).

Modulation de fréquence/wobulation

Excursion de $\pm 0,1$ Hz à ± 100 kHz ou 0 à 2 MHz.

par signaux internes : 50 - 400 ou 1000 Hz

par signaux externes : 0 à 10 kHz

Niveau : ± 5 Volts crête sur 1000 Ω .

avec marqueurs : espacés de 0,02 Hz à 100 kHz ; grâce à l'accessoire type 297.

Modulation d'amplitude

par signaux internes : fréquences : 50 - 400 - 100 Hz
Profondeur de modulation : réglable de 0 à 95 %.

par signaux externes

dosés par le bouton «TX MODULATION» 0 à 95 %

Fréquence : 0 à 100 kHz. Niveau : 5 Volts crête.

Impédance d'entrée : 1000 Ω .

Programmation numérique de la fréquence

8 chiffres codés DCB 1 - 2 - 4 - 8

Temps d'acquisition :

- < 5 ms en commande asynchrone

- < 300 μ s en commande synchrone.

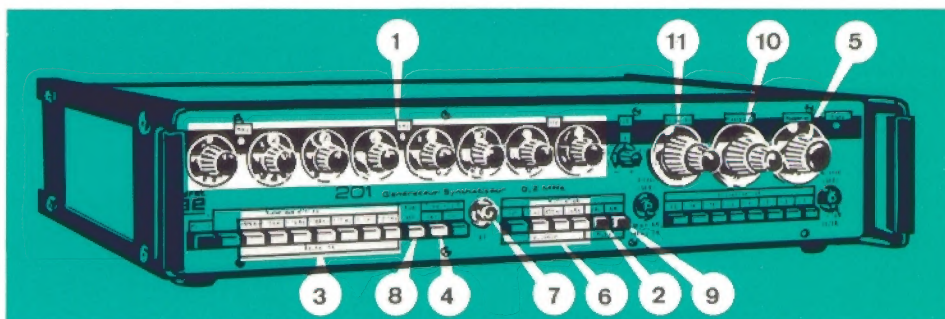
MODULATION DE FREQUENCE ET WOBULATION

Ces deux fonctions, qui sont étroitement liées, sont particulièrement faciles à mettre en oeuvre avec le 201 ADRET.

En effet, après avoir affiché directement sous forme numérique la fréquence centrale, il suffit d'enfoncer la touche FM, puis de choisir la déviation avec l'une des touches RECHERCHE ($\pm 0,1 \text{ Hz}$, $\pm 1 \text{ Hz}$, $\pm 1 \text{ Hz} \dots \pm 100 \text{ kHz}$), ou avec la touche PROGRESSIF INT ($\pm 1 \text{ MHz}$). Le réglage fin de la déviation s'effectue alors par l'intermédiaire du bouton TX MODULATION.

Repérage du panneau avant

1 - Affichage numérique ● 2 - Modulation FM ● 3 - Déviation de fréquence $\pm 0,1 \text{ Hz}$, $\pm 1 \text{ Hz}$, $\pm 100 \text{ kHz}$ ● 4 - Progressif intérieur par 10 ● 5 - Taux de modulation AM et FM ● 6 - Fréquence BF de modulation AM et FM ● 7 - Signaux de modulation AM ou FM extérieur ● 8 - Programmation extérieure ● 9 - Modulation AM ● 10 - Variation de fréquence de 0 à 2 MHz ● 11 - Variation de fréquence de $\pm 0,1 \text{ Hz}$, $\pm 1 \text{ Hz}$, $\pm 100 \text{ kHz}$ ●



Trois touches permettent ensuite de choisir l'une des fréquences de modulation ou de wobulation internes de 50 Hz, 400 Hz, 1000 Hz qui sont également disponibles sur la prise BF.

La touche EXT permet d'effectuer une modulation par une tension extérieure de $\pm 5 \text{ Volts}$ crête entrant sur la prise BF, et de fréquence comprise entre 0 et 10 kHz.

A titre d'exemple, l'oscillogramme de la fig. 1 a été obtenu de la façon suivante :

fréquence centrale affichée 100 kHz
touche RECHERCHE enfoncée $\pm 10 \text{ kHz}$
taux de modulation 50 %
touche 400 Hz enfoncée

Wobulateur marqueur type 297*

La wobulation peut être facilitée grâce à l'accessoire type 297 qui génère des marqueurs dont les emplacements correspondent à 20 % ou 100 % de la demi déviation de fréquence choisie, soit des marqueurs espacés de 0,02 Hz à 100 kHz. Dans ce cas, la wobulation s'effectue par l'intermédiaire d'une rampe linéaire (dent de scie) de période variable de 20 ms à 20 s.

Le circuit de modulation passant la composante continue, permet d'effectuer une modulation par signaux rectangulaires (modulation télégraphique mode F1, fig. 2). De même une tension variable de -5 V à $+5 \text{ V}$ appliquée à la prise BF, permet de faire varier la fréquence d'une façon continue et éventuellement de l'asservir sur une fréquence extérieure par utilisation du comparateur de phase type 295, ce qui conduit à des applications fort intéressantes qui sont décrites au chap. APPLICATIONS. « Mesure de fréquence avec une grande résolution, expanseur de dérive... ».

MODULATION D'AMPLITUDE

Elle est mise en service par la touche AM et son taux de modulation est réglable de 0 à 95 % par le bouton TX MODULATION. Comme pour la modulation de fréquence, les signaux de modulation peuvent être soit internes (50 Hz, 400 Hz ou 1000 Hz) soit externes (5 V crête de 0 à 10 kHz).

Fig. 1 Modulation FM

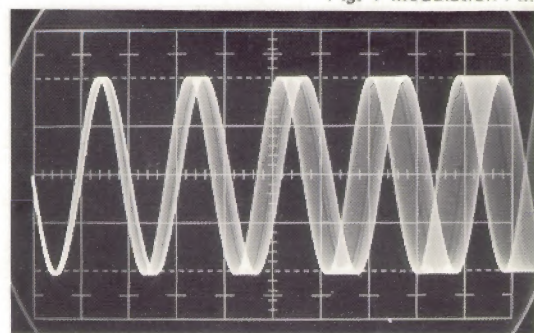
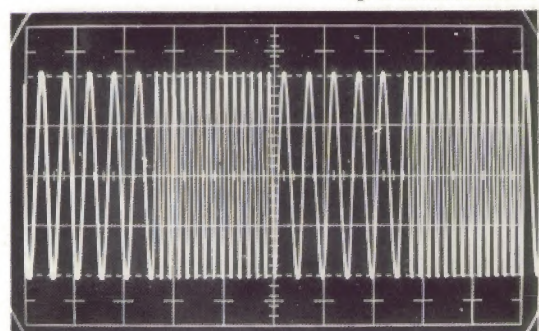


Fig. 2 Modulation F1



* Voir pages 38 et 44

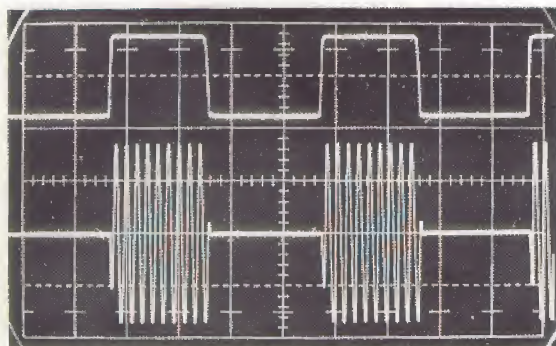
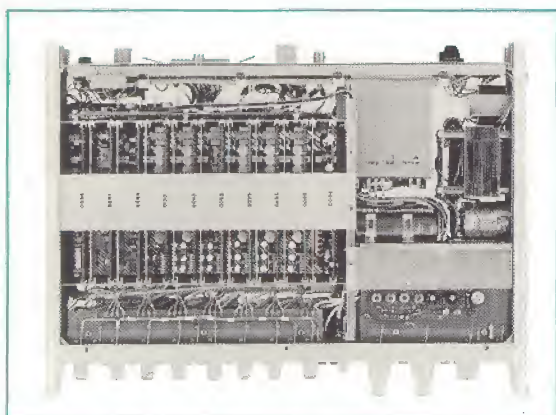


Figure 3
Porteuse 100 kHz
Modulation AM extérieure par
signaux carrés 5 kHz
Tension de modulation
(50 μ s/cm)



Montage compact du 201
et de ses périphériques
- programmeur 211
- afficheur 221
(voir page 33 et 34)



Vue interne du 201

Ce circuit de modulation passant également la composante continue permet d'effectuer une modulation par signaux rectangulaires ou «tone burst», comme le montre l'oscillogramme de la fig. 3.

PROGRESSIF

Dans certains cas d'utilisation il peut être utile d'effectuer une variation de fréquence importante (détermination d'une fréquence d'accord par exemple). Avec le 201, cette variation est possible de 0 à 2,1 MHz à l'aide du bouton progressif ou par l'intermédiaire d'une tension extérieure variant de 0 à + 6 V.

RECHERCHE

Ce mode de fonctionnement permet d'effectuer une variation de fréquence à l'intérieur d'une bande de fréquence préaffichée ($\pm 0,1$ Hz, ± 1 Hz ... ± 100 kHz) par le bouton «Recherche», ce qui permet d'affiner la recherche effectuée en mode progressif.

ASSERVISSEMENT DU PILOTE

Un comparateur de phase incorporé permet d'asservir la fréquence du pilote interne sur une fréquence extérieure de 100 kHz ou 1 MHz.

APPLICATIONS

Le générateur synthétiseur type 201 est un instrument particulièrement bien adapté à tous les problèmes de mesure qui requièrent non seulement une fréquence stable et précise, mais également une bonne répétabilité des mesures, ce qui est particulièrement intéressant dans le cas du contrôle de bande passante de filtre ou d'amplificateur. Son domaine d'utilisation est également élargi grâce aux accessoires décrits au chapitre PÉRIPHÉRIQUE ET ACCESSOIRES

- formeur d'impulsions type 293
- comparateur de phase type 295
- wobulateur/marqueur type 297

DESCRIPTION TECHNIQUE

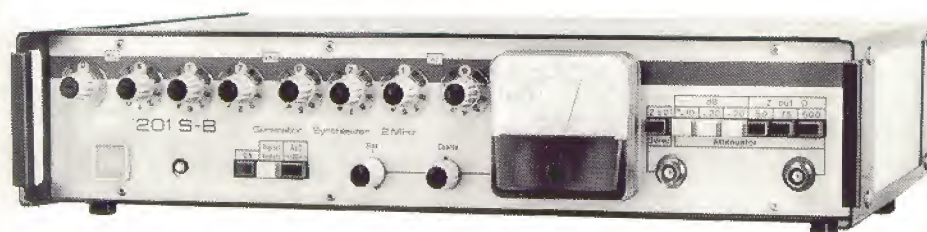
Par ailleurs, son principe de fonctionnement a été exposé au chap. FONCTIONNEMENT. L'appareil comprend essentiellement un pilote à quartz de classe 10^{-8} ou 10^{-9} compris dans une enceinte thermostatée, une base de temps et sept oscillateurs asservis en phase, chaque oscillateur étant commandé directement par le code DCB correspondant au chiffre à synthétiser.

DIMENSION :

Hauteur : 88 mm (2 U standard 19").
Largeur : 440 mm - Adaptateur Rack standard 19".
Profondeur hors tout : 340 mm.
Masse : 8,5 kg.

ENVIRONNEMENT :

Fonctionnement : 0 à + 50°C, Stockage : - 20°C à + 70°C.



201 SB

0,1 Hz à 2 MHz

Le 201 SB est une version simplifiée du modèle 201 dont il diffère essentiellement par la suppression des fonctions «RECHERCHE» et «MODULATION» et la simplification de la fonction «ATTENUATION».

Le 201 SB se caractérise, par ailleurs, par une excellente stabilité de la tension de sortie en fonction de la fréquence et est tout particulièrement adapté à la fonction de génération dans des systèmes automatiques de contrôle. De plus, ce modèle est prévu pour recevoir, sur option, un circuit supplémentaire permettant de délivrer une fréquence d'hétérodynage de valeur $f_0 + 2 \text{ MHz}$, f_0 étant la fréquence affichée (pour mesures avec voltmètre sélectif).

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Gamme de fréquence :

0,1 Hz à 1 999 999,9 Hz

Résolution : 0,1 Hz

Stabilité en fréquence :

$2 \cdot 10^{-8} / 24 \text{ H}$, sur option pilote $3 \cdot 10^{-5} / 24 \text{ Heures}$

Pilotage extérieur : substitution d'un étalon extérieur 5 MHz au pilote interne

Sortie principale :

Niveau : 1 mV à 3 V eff. f.e.m.

Impédance interne :

50 Ω , 75 Ω ou 600 Ω (sélection par clavier)

Atténuateur :

3 touches «- 10, - 20, - 20 dB.»

Verniers «GROS» et «FIN»

Précision de l'atténuateur : $\pm 0,5 \text{ dB}$.

Sortie auxiliaire :

0,4 V à 3 V eff. f.e.m. (courant maximum 30 mA)

Réglage : par verniers «GROS» et «FIN»

Impédance interne $< 1 \Omega$:

(pour les deux sorties, le niveau est visualisé sur un galvanomètre gradué en f.e.m. et en dB).

Réponse Amplitude/Fréquence :

- Avec régulation, de 100 Hz à 2 MHz : $\pm 0,02 \text{ dB}$ (2 pour mille environ)

- Sans régulation, de 0,1 Hz à 2 MHz : $\pm 0,5 \text{ dB}$.
- Variation du niveau en fonction du temps : $< 5 \cdot 10^{-4}$ par heure, après 3 heures de fonctionnement.

Option, «fréquence hétérodyne» :

Fréquence de décalage : 2 MHz

Niveau de sortie : 1 V eff. sur 60 Ω adaptés

Fréquence de sortie maximum : 3,3 MHz.

Pureté spectrale

Bruit de Phase :

Niveau de bruit rapporté à la porteuse, mesuré dans une bande de 1 Hz à :

100 Hz de la porteuse $< - 90 \text{ dB}$

300 Hz de la porteuse $< - 95 \text{ dB}$

1000 Hz de la porteuse $< - 100 \text{ dB}$.

Composantes non harmoniques : $< - 70 \text{ dB}$.

Composantes harmoniques :

de 0 à 1 MHz $< - 50 \text{ dB}$; de 1 à 2 MHz : $< - 48 \text{ dB}$

Programmation numérique de la fréquence :

8 chiffres codés DCB 1 - 2 - 4 - 8

Temps d'acquisition : 50 ms pour les chiffres correspondant aux pas de 10^{-1} Hz , 10^0 Hz , 10^1 Hz et 5 ms pour les 5 autres.

DIMENSIONS :

Hauteur : 88 mm — (2 U)

Largeur : 440 mm. Adaptateur Rack, standard 19"

Profondeur Hors tout : 340 mm

Masse : 8 kg.

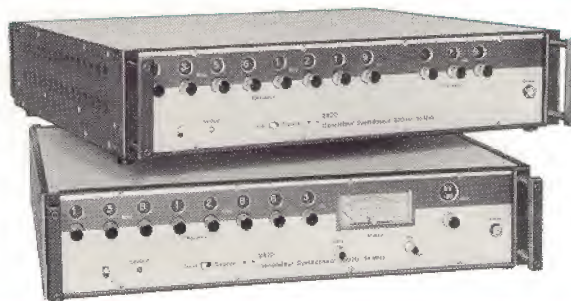
ENVIRONNEMENT

Fonctionnement : 0 à $+ 50^\circ\text{C}$,

Stockage : $- 20^\circ\text{C}$ à $+ 70^\circ\text{C}$.

2400 - 2410

**GENERATEUR DE FREQUENCE
ET DE NIVEAU 300 Hz A 14 MHz**



L'une des particularités du générateur synthétiseur de fréquence est sa précision en fréquence, mais pour certaines applications, l'utilisateur recherche un instrument à la fois précis en fréquence et en niveau.

En outre, dans le cas de mesure sélective à très haute stabilité, le générateur doit délivrer une fréquence décalée d'une certaine valeur, pour piloter le récepteur sélectif, et la régulation du niveau de sortie ne doit plus s'effectuer sur la borne de sortie, mais directement sur le point d'utilisation.

Ces considérations ont conduit Adret Electronique à développer un générateur programmable, couvrant la bande de 300 Hz à 14 MHz. Cet instrument existe en deux versions, l'une plus particulièrement destinée au laboratoire et l'autre aux systèmes.

La différence entre ces deux modèles réside uniquement dans le mode de réglage du niveau de sortie :

2400 : VERSION SYSTEME

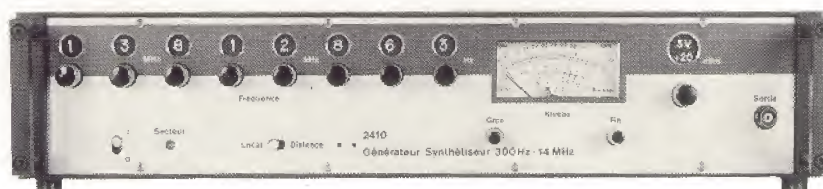
Dans cette version, l'affichage du niveau de sortie s'effectue soit manuellement, soit par programmation de + 19,9 à - 79,9 dBm par pas de 0,1 dB (soit un niveau en volt, d'environ 2,24 V eff/50Ω à 22,4 μV eff/50Ω).



VERSION SYSTEME

2410 : VERSION LABORATOIRE

Le niveau de sortie s'ajuste par l'intermédiaire d'un atténuateur calibré en volt (3V à 30 μV) et en dBm (+ 20 à - 80 dBm), par bonds de 10 dB. Deux Verniers permettent une interpolation d'environ 10 dB,



VERSION LABORATOIRE

- Une seule gamme de fréquence
- Niveau de sortie élevé, réglé sur une référence interne
- Entrée pour régulation du niveau à distance
- Impédance de sortie nulle
- Programmation de la fréquence et du niveau
- Sortie complémentaire simultanée 20 à 34 MHz
- Technologie hybride : fiabilité accrue

Par ailleurs, ces deux versions possèdent les particularités suivantes :

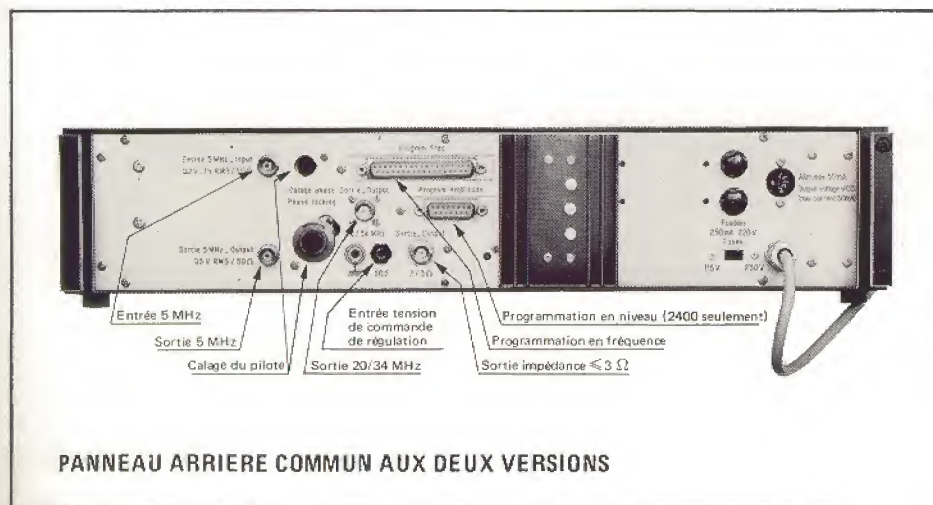
SORTIE DECALEE

L'instrument délivre une sortie décalée de 20 MHz, par rapport à la fréquence affichée numériquement ou programmée. Ce signal est disponible sur le panneau arrière au niveau fixe de 350 mV eff/50Ω

Cette sortie permet soit une extension de l'appareil jusqu'à 34 MHz, soit l'utilisation comme oscillateur local d'un récepteur sélectif.

IMPEDANCE DE SORTIE

L'impédance nominale est de 50 Ω, mais elle peut être de 75 Ω, sur option.



REGULATION EXTERIEURE

De façon à obtenir une régulation du niveau de sortie sur le point d'utilisation, l'instrument possède une entrée de régulation qui peut recevoir la tension de sortie d'un détecteur extérieur, dans ce cas, la réponse amplitude/fréquence est d'environ $\pm 0,01$ dB.

ASSERVISSEMENT

Le maître oscillateur de l'appareil peut être asservi sur une fréquence extérieure de 5 MHz, le calage s'effectuant par l'intermédiaire d'un potentiomètre 10 tours et de deux diodes électroluminescentes.

SORTIE DE REFERENCE

Une fréquence de référence de 5 MHz à niveau fixe est disponible à l'arrière de l'appareil.

SORTIE BASSE IMPEDANCE ($< 3\Omega$)

La fréquence affichée ou programmée est également disponible à l'arrière de l'instrument sous une

impédance inférieure à 3Ω , à niveau variable de $+19,9$ à $+6$ dBm

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

FREQUENCE

Gamme de fréquence :

300 Hz à 13,999.999 MHz

Résolution : 1 Hz

Nombre de chiffre : 8

Sortie décalée :

20 à 34 MHz ($F_0 + 20$ MHz)

Sortie de référence : 5 MHz

Stabilité de fréquence

Standard :

$\pm 2.10^{-8}/24$ H à la mise en service

Option 1 :

$5.10^{-6}/24$ H (de $+10^\circ$ C à $+40^\circ$ C)

Asservissement sur étalon extérieur par comparateur incorporé

Fréquence : 5 MHz

Niveau : 200 mV à 1 V eff/50 Ω

Calage de fréquence par potentiomètre 10 tours, visualisation de l'asservissement au moyen de deux voyants (LED).

PURETE SPECTRALE

(mesurée pour un niveau de sortie de $+16$ dBm)

• Composantes harmoniques

de 300 Hz à 1 kHz : -40 dB

de 1 kHz à 1 MHz : -55 dB

de 1 MHz à 10 MHz : -50 dB

de 10 MHz à 14 MHz : -45 dB

• Bruit de phase :

(Niveau rapporté à la porteuse, mesuré dans une bande 1 Hz) :

• Composantes non harmoniques
inférieures à -70 dB.

NIVEAU DE SORTIE

**SORTIE PRINCIPALE,
VERSION SYSTEME 2400**

Dynamique : 99,8 dB de $+19,9$ dBm à $-79,9$ dBm (2,24 V à 22,4 μ V eff/50 Ω)

Atténuation : 79,9 dB par atténuateur au pas de 0,1 dB.

Impédance : 50 Ω ou 75 Ω sur option

**SORTIE PRINCIPALE
VERSION LABORATOIRE 2410**

Affichage en volts par atténuateur :
de 3 V à 30 μ V eff/50 Ω .

Affichage en volts par atténuateur verniers et galvanomètre : $-$ de 3 V à 10 μ V.

Affichage en dBm par atténuateur :
de $+20$ à -80 dBm au pas de 10 dB (dynamique : 100 dB).

Affichage en dBm par atténuateur, verniers et galvanomètre : de $+23$ dBm à -90 dBm (dynamique : 113 dB).

Impédance : 50 Ω ou 75 Ω sur option.

**SORTIE AUXILIAIRE,
VERSIONS 2400/2410**

Niveau : $+19,9$ dBm à $+6$ dBm

Impédance : $\leq 3\Omega$

**SORTIE DECALEE,
VERSIONS 2400/2410**

Fréquence de décalage :
20 MHz (sortie de 20 à 34 MHz).

Niveau :
 $\pm 2,5$ dBm à ± 1 dB sur charge adaptée.

Impédance : 50 Ω

**SORTIE DE REFERENCE,
VERSIONS 2400/2410**

Fréquence : 5 MHz

Niveau : 0,5 V eff/50 Ω

ATTENUATEUR :

Précision : meilleure que $\pm 0,2$ dB, sur toute la dynamique de l'atténuation.

Linéarité : (par rapport à 1 MHz) : meilleure que $\pm 0,1$ dB sur toute la gamme de fréquence et de 0 à $+50^\circ$ C.

REGULATION DU NIVEAU DE SORTIE

SORTIE PRINCIPALE

Sans régulation extérieure : $\pm 0,05$ dB typique dans toute la gamme de fréquence.

Avec régulation extérieure : $\pm 0,01$ dB dans toute la gamme de fréquence, le détecteur extérieur est connecté à un point d'entrée opérationnel de commande de l'instrument.

SORTIE DECALEE : ± 1 dB de 20 à 34 MHz.

PROGRAMMATION

Code BCD 1-2-4-8 (8 chiffres à prélèvement de courant)

Niveau «0» : 0 à $+0,7$ V/0,2 mA

Niveau «1» : ± 2 à ± 5 V/100 μ A

Fréquence (versions 2400/2410)

Temps d'acquisition : ≤ 5 ms

Niveau (version 2400)

Temps d'acquisition : ≤ 100 ms

ALIMENTATION

Tension : 115 – 230 V (± 10 %)

Fréquence : 50 Hz à 400 Hz

Consommation : 35 VA

Dimensions

Hauteur : 98 mm

Largeur : 440 mm

Profondeur : 452 mm

Masse : 8,6 kg

Adaptation rack standard 19"

(2 U ou 3 U).

Environnement

Fonctionnement : 0° C à $+50^\circ$ C

Stockage : -20° C à $+70^\circ$ C.

Distance par rapport à la porteuse	Sortie directe 300 Hz/14 MHz	Sortie décalée 20/34 MHz
100 Hz	-105 dB	-110 dB
1 kHz	-105 dB	-110 dB
10 kHz	-105 dB	-110 dB
100 kHz	-115 dB	-125 dB
1 MHz	-120 dB	-130 dB

précision 70 ± 1 dB

3300 / 3310

**GENERATEUR SYNTHETISEUR
SYNTHETISEUR DE FREQUENCE
300 Hz/50 MHz**

La série 3300 couvre la gamme de 300 Hz à 50 MHz, elle offre deux versions :

- Une version générateur synthétiseur qui par ses caractéristiques est un véritable *générateur programmable*.
- Une version *synthétiseur système*, programmable en fréquence et en niveau.

Ces deux appareils se caractérisent principalement par :

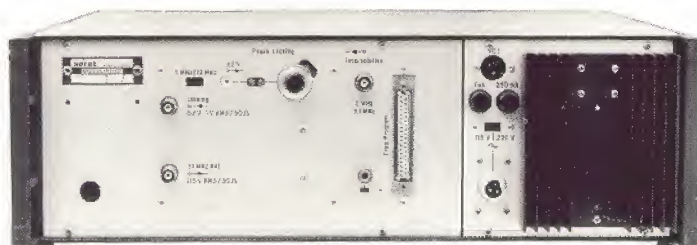
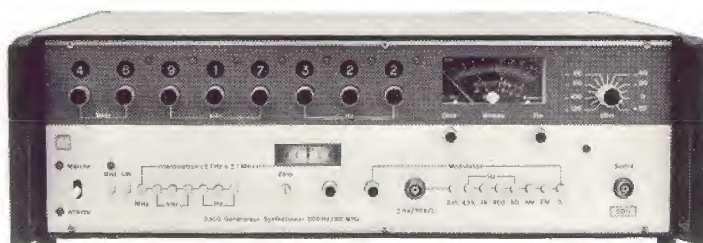
- Un bruit de phase près de la porteuse (fréquence de sortie), de -110 dB/Hz et des raies harmoniques à -40 dB (-45 dB typique).
- Une régulation du niveau de sortie de $\pm 0,3$ dB dans toute la gamme de fréquence. La version générateur, le 3300, est plus particulièrement destiné aux usages du laboratoire, tandis que la version synthétiseur, le 3310, est l'instrument idéal pour être incorporé dans les systèmes de test ou de contrôles automatiques.

Chacune de ces deux versions possède les qualités de précision et de stabilité de fréquence du synthétiseur, $5 \cdot 10^{-9}$ / 24 H après un mois de fonctionnement ininterrompu.

3300, GENERATEUR SYNTHETISEUR

Sa fréquence s'affiche avec 8 chiffres (résolution de 1 Hz), il dispose d'un atténuateur de 140 dB par pas de 10 dB, de deux verniers gros, fin (+3 -10 dB), ce qui permet un réglage du niveau de sortie de +20 dBm à -130 dBm, et d'un galvanomètre de visualisation du niveau de sortie gradué en volts et en dBm.

Les modulations AM et FM peuvent s'effectuer **simultanément**, soit en mode interne par l'intermédiaire de 4 fréquences BF fixes, soit en externe par tout signal de fréquence 0 Hz à 150 kHz en AM et 0 Hz à 70 kHz en FM, le taux de modulation AM et l'excursion FM étant visualisés sur le galvanomètre. La



modulation FM comme la wobulation s'effectuent à partir de 7 gammes d'interpolation en progression décimale ($\pm 10^0$ Hz ... $\pm 10^6$ Hz), avec la possibilité de variation continue de fréquence à l'intérieur de chacune d'elle.

3310, SYNTHETISEUR SYSTEME

Cette version comporte 9 chiffres et

possède donc une résolution de 0,1 Hz, l'atténuateur est programmable de 0 à -99,9 dB par pas de 0,1 dB (+19,9 à -79,9 dBm en mode local). Un inverseur programmable permet de commuter la constante de temps de l'ALC et d'obtenir une programmation très rapide du niveau.

CARACTERISTIQUES COMMUNES AUX DEUX VERSIONS

GAMME DE FREQUENCE :

300 Hz à 50 MHz

Stabilité de fréquence :

$2 \cdot 10^{-8}$ / 24 H - $5 \cdot 10^{-9}$ / 24 H après un mois de fonctionnement

ASSERVISSEMENT :

Sur étalon extérieur, par comparateur incorporé

Fréquence : 5 ou 10 MHz

PURETE SPECTRALE (à +13 dBm)

Raies harmoniques : 40 dB (typique 45 dB)

Raies non harmoniques : 75 dB (typique 80 dB)

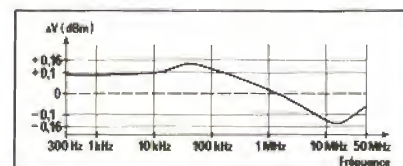
Bruit de phase (dans une bande de 1 Hz)

- 100 dB à 100 Hz de la porteuse
- 105 dB à 1 kHz de la porteuse
- 115 dB à 10 kHz de la porteuse
- 115 dB à 100 kHz de la porteuse
- 125 dB à 1 MHz de la porteuse

Bruit TBF : $\leq 0,2^\circ$ cc

STABILITE DU NIVEAU DE SORTIE

La stabilité du niveau de sortie en fonction de la fréquence est donnée par la courbe ci-dessous :



ALIMENTATION

Tension : 115 V - 230 V $\pm 10\%$
Fréquence : 45 à 450 Hz
Consommation : 30 VA

ENVIRONNEMENT

Température de fonctionnement : 0 à +50°C
Température de stockage : -20° à +70°C



FREQUENCE

Nombre de chiffres : 8
Résolution : 1 Hz
Gamme de fréquence : 300 Hz à 49.999.999 Hz

Réglage continu de fréquence

par potentiomètre en 7 gammes ($\pm 10^6$ à $\pm 10^0$ Hz).

NIVEAU DE SORTIE

Dynamique :

150 dB : de +20 dBm à -130 dBm.
(2,24 V eff à 0,07 μ V eff/50 Ω).

Atténuation :

140 dB par atténuateur 10 dB par 10 dB.
et +3 dB à -10 dB par vernier gros et fin.

- Taux d'onde stationnaire $\leq 1,2$ quelle que soit la position de l'atténuateur.
- Précision de l'atténuateur : ± 2 dB pour 140 dB d'atténuation.

Affichage du niveau de sortie,

par galvanomètre et atténuateur gradué de +20 dBm à -130 dBm.

- Précision de lecture du galvanomètre : 5 % pleine échelle.

Régulation du niveau de sortie dans la bande

300 Hz à 50 MHz : $\pm 0,3$ dB
(voir courbe de régulation dans les caractéristiques communes).

Indicateur de saturation :

sur la position +20 dBm un voyant de saturation s'allume pour tout niveau supérieur à +20 dBm.
Sur les autres sensibilités la saturation n'est pas possible dans toute la gamme du galvanomètre quelle que soit la modulation AM.

MODULATION AM :

Taux de modulation 0 à 100 %
(réglage par potentiomètre).

Modulation par signaux internes :

● Oscillateur BF à points fixes sélectionnés par boutons poussoirs : 4,5 kHz, 1 kHz, 400 Hz et 50 Hz.

- Sortie du signal de modulation : ± 5 Vcc/10 k Ω

Modulation par signaux externes :

● Bande passante à 3 dB pour taux de modulation 0 à 100 % : continu à 150 kHz.

Distorsion de l'enveloppe

(Signal de sortie : 13 dBm).

- Raies harmoniques : ≤ 40 dB pour taux de modulation 50 % et BF de 1 kHz.
- Modulation de fréquence résiduelle : -200 Hz cc pour 50 % de modulation et BF de 1 kHz.

CARACTERISTIQUES DU 3300

MODULATION DE FREQUENCE

Déviati on de fréquence :

7 gammes, sélection de la déviation crête maximum par bouton poussoir ($\pm 10^6$ Hz à $\pm 10^0$ Hz).

Réglage de la déviation de fréquence :

par potentiomètre de 0 à 100 % de la gamme choisie.

Modulation par signaux internes

● Oscillateur BF à points fixes sélectionnés par boutons poussoirs : 4,5 kHz, 1 kHz, 400 Hz et 50 Hz (précision de la fréquence ± 10 %).

- Sortie du signal de modulation : ± 5 Vcc/10 k Ω par prise BNC sur panneau avant.

Modulation par signaux externes

● Bande passante à 3 dB pour 100 % de déviation : continu à 70 kHz.

- Sensibilité : $\pm 0,05$ Vcc/10 k Ω pour 1 % (le potentiomètre de réglage étant sur la position maxima).

Distorsion FM : raies harmoniques

≤ 35 dB pour une fréquence modulante de 15 kHz.

Modulation AM résiduelle :

$\leq 0,7$ % pour un ΔF de 75 kHz sur la gamme ± 100 kHz et une BF de 1 kHz.

PROGRAMMATION

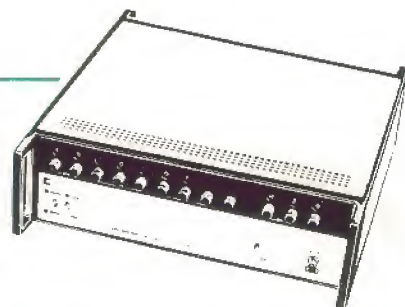
Programmation de la fréquence

Niveau TTL (prélèvement de courant)
Niveau logique «0» : 0 à +0,7 V/0,2 mA
Niveau logique «1» : +2 à +5 V/0,1 mA
Code DCB 1-2-4-8

- Résolution : 1 Hz
- Temps d'acquisition :

Poids des incréments affectés par le changement de fréquence	Temps d'acquisition à 100 Hz de la fréquence désirée	Temps d'acquisition à 10 Hz de la fréquence désirée
10^7 Hz et 10^6 Hz	$< 0,5$ ms	< 1 ms
10^5 Hz	< 1 ms	$< 1,5$ ms
10^4 Hz	$< 0,7$ ms	< 1 ms
10^3 Hz	$< 0,5$ ms	$< 0,7$ ms
Inférieur ou égal à 10^2 Hz	En 1 ms, l'erreur de fréquence est inférieure à 1 Hz.	

Pour les autres caractéristiques, prière de se reporter aux caractéristiques communes aux deux versions.



CARACTERISTIQUES DU 3310 (Version système)

FREQUENCE

Nombre de chiffres : 9
Résolution : 0,1 Hz
Gamme de fréquence : 300 Hz à 49.999.999,9 Hz

NIVEAU DE SORTIE

Dynamique : 99,9 dB de +20 dBm à -79,9 dBm (2,24 V à 22,6 μ V) sur 50 Ω

Atténuation par pas de 10dB, 1dB, 0,1dB.

- Précision de l'atténuateur : ± 1 dB pour 100 dB d'atténuation.

- Taux d'onde stationnaire $\leq 1,2$ quelle que soit l'atténuation.

Régulation du niveau de sortie :

● $\pm 0,3$ dB de 300 Hz à 50 MHz le commutateur ALC étant sur la position F < 10 kHz.

● $\pm 0,3$ dB de 10 kHz à 50 MHz, le commutateur ALC étant sur la position F > 10 kHz.

PROGRAMMATION

Programmation de la fréquence

- Résolution 0,1 Hz
- Temps d'acquisition : voir programmation du 3300

Programmation du niveau de sortie

Résolution 0,1 dB

Temps d'acquisition du niveau :

● Pas de 10 dB : (sauf commutation 20 dBm à 10 dBm et inversement) : 3 ms.
Les transitoires sont toujours un passage par l'atténuation maximum et leur durée n'excède pas : 1 ms.

- Commutation 20 dBm à 10 dBm et inversement, pas de 1 dB et pas de 0,1 dB :

Commutateur ALC sur position F < 10 kHz : 150 ms.

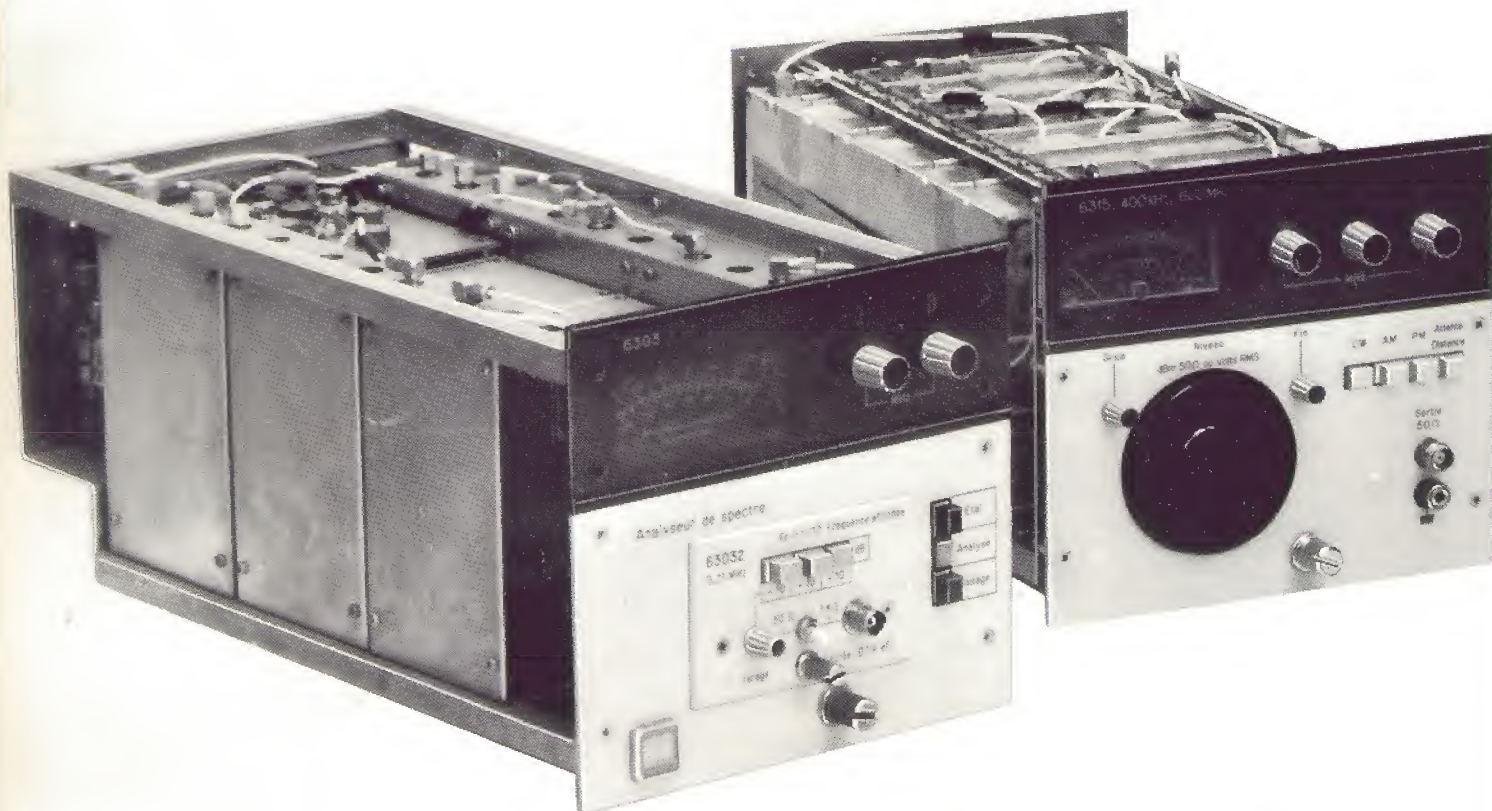
Commutateur ALC sur position F > 10 kHz : 2 ms.

Programmation du commutateur ALC

Etat «1» - ALC < 10 kHz
Etat «0» - ALC > 10 kHz

Pour les autres caractéristiques, prière de se reporter aux «caractéristiques communes aux deux versions».

SERIE 6000



SERIE 6000 **la famille** **d'instruments** **programmables** **la plus évolutive** **la plus fiable** **la plus souple d'emploi** **dans le domaine** **fréquence**

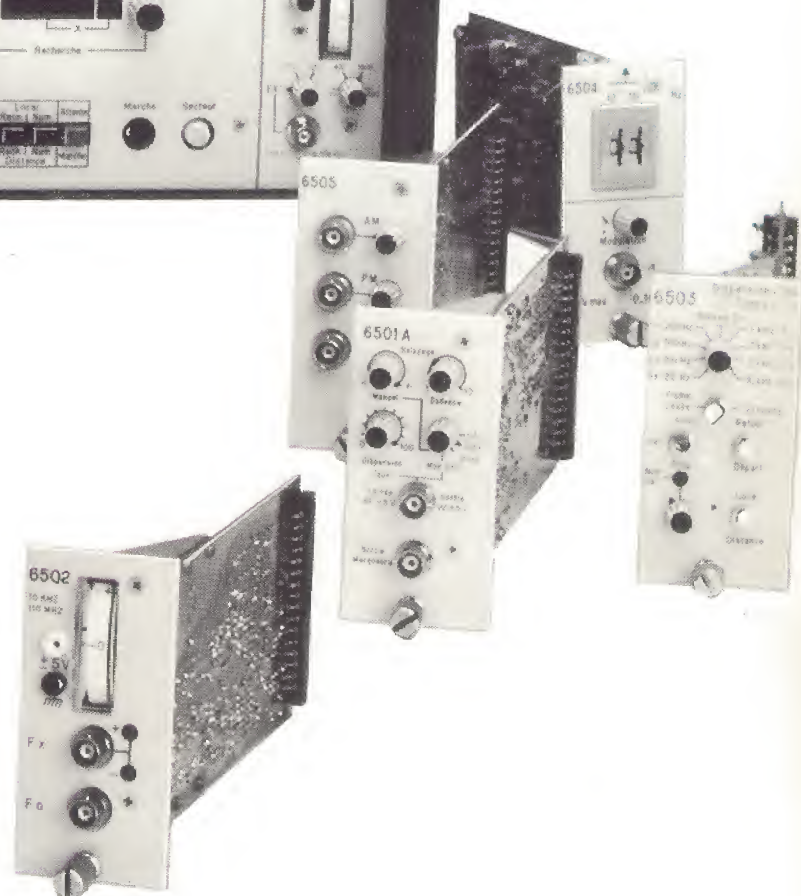
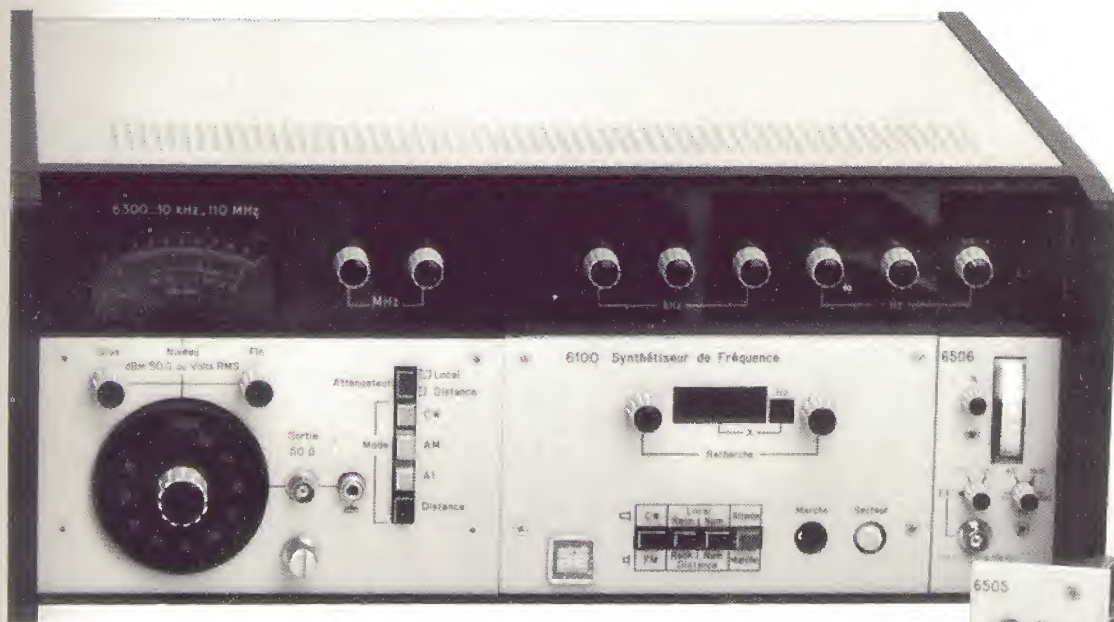
La construction modulaire et la diversité des tiroirs composants la série 6000 permettent de constituer des générateurs programmables d'une stabilité et d'une précision exceptionnelle, dotés des caractéristiques adaptées à chaque utilisation par la simple insertion de tiroirs appropriés.

Certains tiroirs transforment l'instrument en analyseur de spectre à haute résolution, tout en conservant ses qualités de précision et de stabilité. Le MTBF de ces instruments est de l'ordre de 10.000 heures.

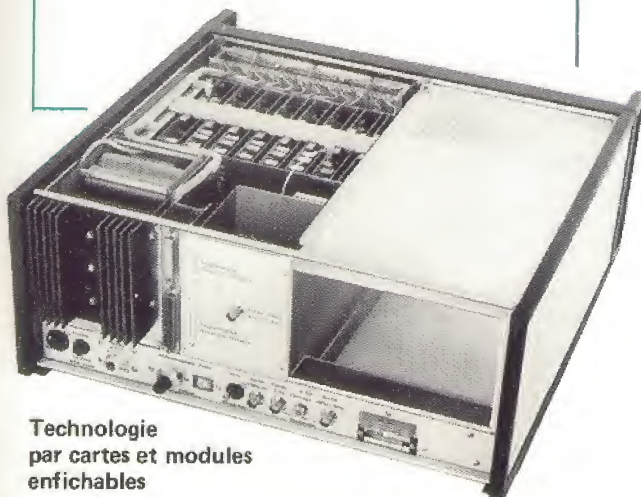
La série 6000 comprend deux bâtis, trois tiroirs de sortie déterminant la gamme de fréquence et la fonction fondamentale de l'instrument, génération ou analyse, ainsi que six tiroirs auxiliaires facilitant les divers modes de fonctionnement.

Les caractéristiques et les possibilités de ces divers tiroirs sont décrits en détail dans les pages suivantes.

SERIE 6000



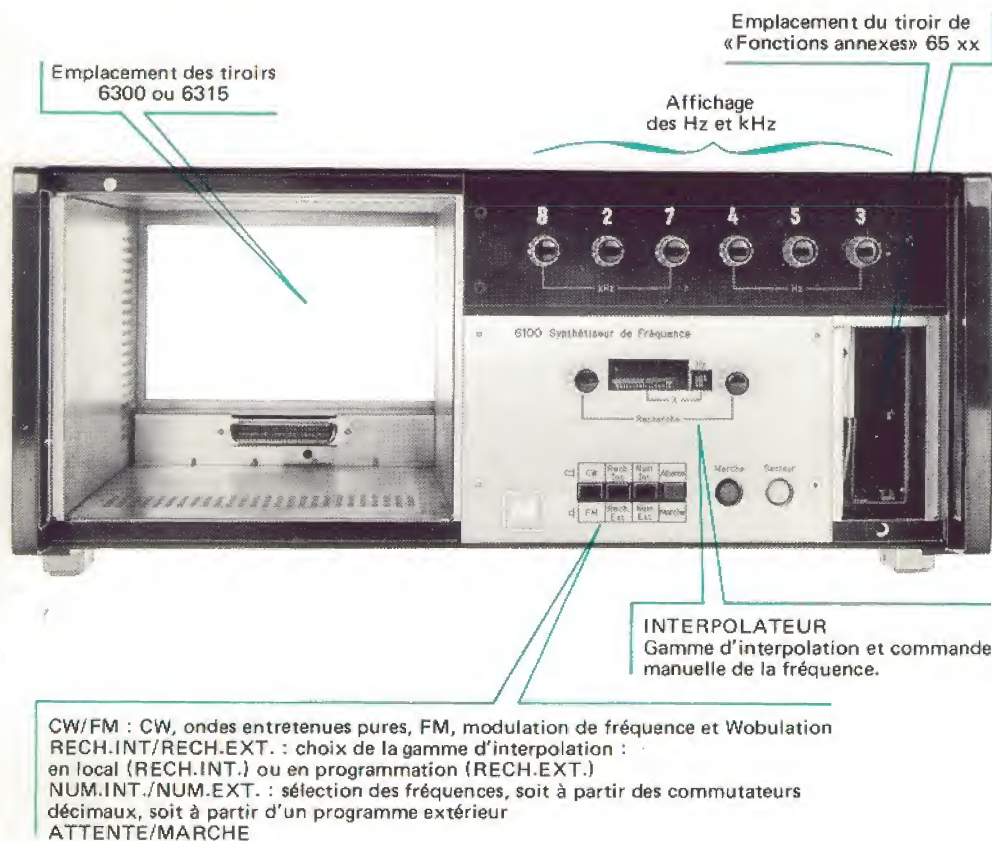
Gamme de fréquence : jusqu'à 600 MHz.
Haute résolution : 1 Hz (0,01 Hz sur option)
Haute stabilité :
 $2 \cdot 10^{-8} / 24 \text{ H}$ après 3 jours de fonctionnement
 $5 \cdot 10^{-9} / 24 \text{ H}$ après 3 mois de fonctionnement
En option,
 $2 \cdot 10^{-10}$ après 3 jours de fonctionnement.
Génération de fréquence ou analyse spectrale par simple substitution du tiroir de sortie.
Programmation de la fréquence et du niveau de sortie, de l'interpolation et du mode de fonctionnement.
Haute fiabilité : MTBF de 10.000 heures.



**Technologie
par cartes et modules
enfichables**

SERIE 6000

bâtis 6100 & 6101

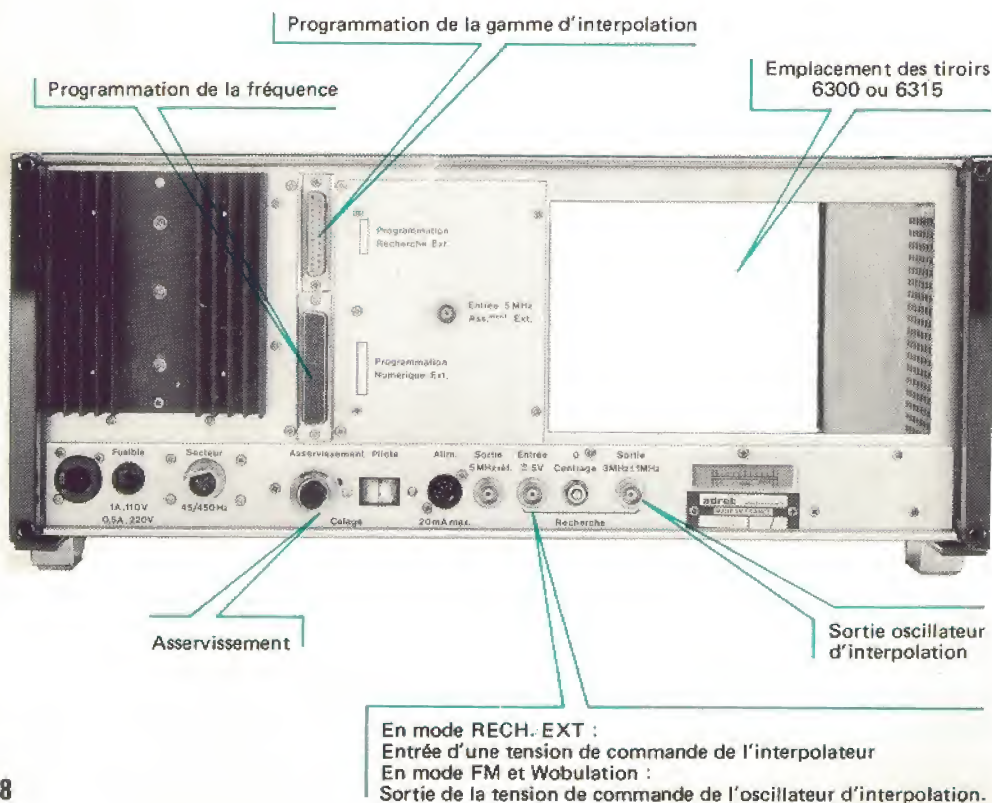


La série 6000 comprend deux bâtis, une version complète le 6100 permettant d'obtenir toutes les fonctions des générateurs de fréquence (modulation, wobulation ...) et une version simplifiée, le modèle 6101. En utilisant l'un ou l'autre de ces deux bâtis, l'utilisateur est assuré de disposer d'un instrument parfaitement adapté à l'utilisation envisagée :

Chacun des deux bâtis comporte l'affichage numérique des pas de 1 Hz aux pas de 100 kHz (6 chiffres) et le pilote interne de classe 10^{-9} qui peut être asservi sur une fréquence extérieure de 5 MHz, l'alimentation générale.

La version complète, le 6100 possède en plus :

- Un interpolateur de fréquence en 7 gammes (± 1 Hz, ± 10 Hz ... ± 1 MHz, autour de la fréquence affichée numériquement), avec possibilité de



CARACTERISTIQUES DES BATIS

Résolution
1 Hz (0,01 Hz avec le bâti 6100 et le tiroir auxiliaire 6504)

Stabilité de fréquence : $2 \cdot 10^{-8}/24$ H ($2 \cdot 10^{-10}/24$ H sur option).

Asservissement :
par référence 5 MHz extérieure (niveau 0,2 Veff à 1 Veff/50 Ω), à l'aide d'un comparateur de phase et d'un galvanomètre.

Interpolation (avec 6100 seulement)
Gammes : ± 1 Hz à ± 1 MHz
Linéarité : 2 % de la gamme
Visualisation par échelle graduée lumineuse 250 mm.
Sortie de l'oscilateur d'interpolation : 3 MHz ± 1 MHz
Entrée signal de balayage : ± 5 V (interpolation en mode Distance)
Sortie signal de balayage : ± 5 V (interpolation en mode local).

Environnement :
Fonctionnement : 0° C à $+50^\circ$ C
Stockage : -20° C à $+70^\circ$ C

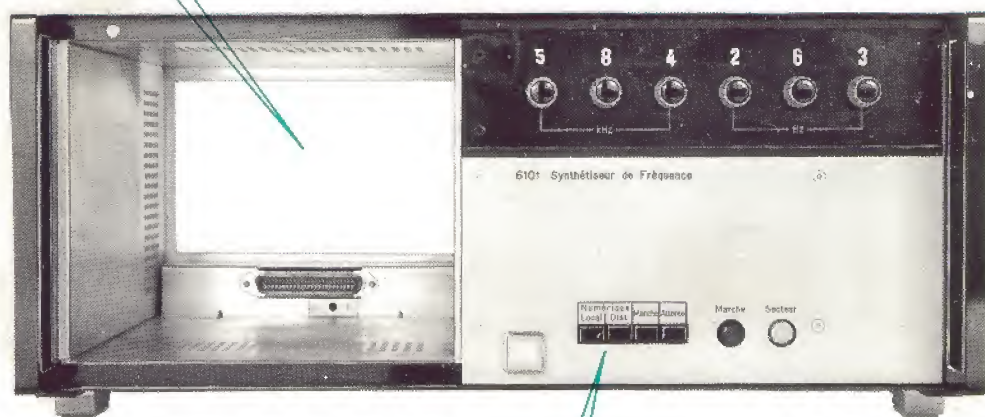
variation de fréquence à l'intérieur de chacune d'elle, soit en modes FM, wobulation ou variation manuelle de fréquence.

- Une alvéole pouvant recevoir l'un des 5 tiroirs de fonction annexe, facilitant les modulations AM, FM et PM (avec 6315), la wobulation, augmentant la résolution au 1/100 de Hz et permettant la comparaison de deux fréquences.

Le bâti simplifié 6101 équipé de l'un des tiroirs de sortie constitue un instrument particulièrement bien adapté aux utilisations du **synthétiseur de fréquence programmable** dans la gamme de 10 kHz à 600 MHz (avec tiroir 6300 ou 6315) ; tandis que la version complète le 6100 utilisé avec les mêmes tiroirs de sortie est l'instrument idéal pour toutes les applications du générateur synthétiseur avec en plus la programmation.

Emplacement des tiroirs 6300 ou 6315

Affichage des Hz et kHz



NUM.INT./NUM.EXT. : sélection des fréquences, soit à partir des commutateurs décimaux, soit à partir d'un programme extérieur
ATTENTE/MARCHE

Alimentation :
115 V à 127 V — 220 V $\pm 10\%$
45 Hz à 450 Hz — 44 W

Programmation :
Fréquence :
codes BCD 1-2-4-8 parallèle
Gammes d'interpolation
(modèle 6100 seulement)
Mode CW ou AM (modèle 6100 seulement)
Marche-arrêt
Niveau «1» : ≥ 2 V
Niveau «0» : $\leq 0,6$ V
Résistance d'entrée : 2,2 k Ω

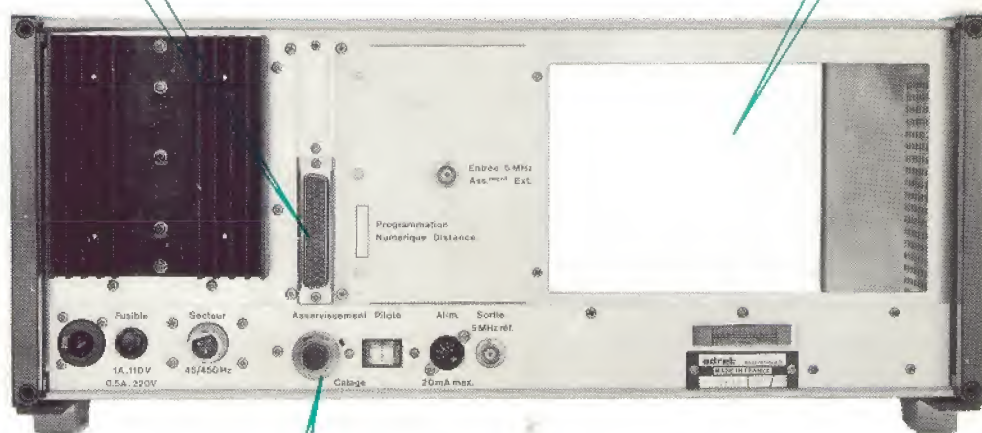
Temps d'acquisition de fréquence :
500 ms sans régime transitoire.

Sortie pilote : 5 MHz,
0,5 Veff/50 Ω sur panneau arrière.

Caractéristiques mécaniques
adaptable au rack 19" (4 U)
Hauteur : 176 mm
Largeur : 440 mm
Profondeur : 445 mm
Poids : 22 kg avec tiroirs

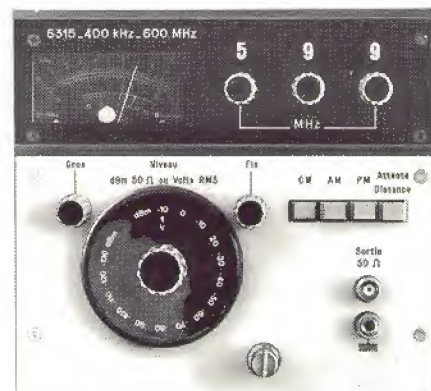
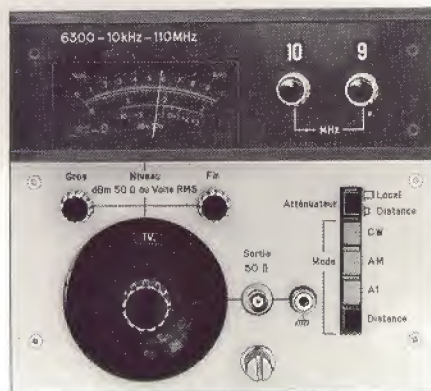
Programmation de la fréquence

Emplacement des tiroirs 6300 ou 6315



Asservissement

tiroirs de sortie 6300 & 6315



Le tiroir de sortie détermine la fonction de l'instrument : **Synthétiseur de fréquence** ou **analyseur de signaux**.

Il détermine également les différents modes de fonctionnement, la gamme haute de la fréquence, le niveau de sortie en version synthétiseur, l'impédance d'entrée et la dynamique de la mesure en version analyseur.

Chaque tiroir de sortie comprend des commutateurs de sélection de fréquence correspondant aux derniers digits de la fréquence synthétisée.

Les tiroirs auxiliaires décrits plus en détail pages 24 et 25, peuvent être utilisés pour faciliter et accroître les différentes fonctions du tiroir utilisé.

Les deux tiroirs de sortie décrits ci-après, concernent la génération de fréquence de 10 kHz à 600 MHz, ils s'insèrent dans la partie gauche de l'un ou l'autre des deux bâtis. Le changement de tiroir s'effectue très simplement par déverrouillage d'un bouton moleté.

TIROIR DE SORTIE 6300 (10 kHz – 110 MHz)

Le modèle **6300** utilisé dans l'un des bâtis 6100 ou 6101, constitue un **générateur synthétiseur de fréquence, entièrement programmable**, dans la gamme de 10 kHz à 110 MHz (il est utilisable jusqu'à 119,999.999 MHz avec une légère réduction du niveau de sortie et un accroissement du niveau des signaux parasites).

Ses deux commutateurs décimaux affichent les incréments de 1 MHz et 10 MHz qui s'ajoutent aux incréments de 1 Hz à 100 kHz affichés sur le bâti (avec le bâti 6100 et le tiroir auxiliaire 6504, la résolution est portée au 1/100ème de Hertz).

Un atténuateur situé sur le panneau avant du tiroir permet l'ajustement du niveau de sortie soit en dBm de +10 dBm à -109 dBm par pas de 1 dB, soit en Volt de 1V eff/50Ω à 3μV eff/50Ω. Deux Verniers « gros et fin » autorisent une variation continue du niveau entre deux positions de l'atténuateur, cette variation étant visualisée

sur un galvanomètre gradué en volt et en dBm. Atténuateur, verniers et galvanomètre permettent donc une variation totale du niveau en dBm, de +13 à -119 dBm et en volts, de 1V à 0,25 μV eff/50Ω, la réponse amplitude/fréquence est 0,2 dB de 10 kHz à 40 MHz, 0,5 dB de 10 kHz à 80 MHz, et 0,7 dB de 10 kHz à 110 MHz. L'atténuateur est programmable de 3 μV eff/50Ω à 1V eff/50Ω et de 0 à -119 dB.

Les fonctions AM et FM sont obtenues à partir des tiroirs accessoires (voir pages 24 et 25). Lorsque le tiroir 6300 est utilisé avec le bâti simplifié 6101, seule la modulation d'amplitude est possible, en appliquant un signal de modulation sur un connecteur situé à l'arrière du tiroir. Un clavier à 5 touches permet la sélection des modes CW, AM et AI, ainsi que la programmation locale ou distance de ces modes et du niveau de sortie. Le connecteur délivrant le signal de sortie (impédance 50Ω) est situé sur le panneau avant.

CARACTERISTIQUES DU TIROIR 6300

Gamme de fréquence : 10 kHz à 110 MHz

Affichage numérique : Des pas de 1, 10 et 100 MHz sur la face avant du tiroir • Des pas de 1 Hz à 100 kHz sur le bâti 6100 ou 6101 (option : 0,01 Hz avec le tiroir de fonctions annexes 6504).

Niveau de sortie : CW et FM : 2 V eff. f.e.m. • AM : 1 V eff. f.e.m. • Impédance de sortie : 50Ω

Réponse amplitude/fréquence : 10 kHz – 40 MHz = ±0,2 dB • 10 kHz – 80 MHz = ±0,5 dB • 10 kHz – 110 MHz = ±0,7 dB.

Réglage local du niveau de sortie :

affichage en volts : par atténuateur : de 1 V eff. à 3 μV eff. • par atténuateur, vernier et galvanomètre : de 1 V eff. à 0,25 μV eff.

affichage en dBm : par atténuateur : de +10 dBm à -109 dBm • par atténuateur, vernier et galvanomètre : de +13 dBm à -119 dBm

Réglage du niveau de sortie par programmation par atténuateur : de 0 à 119 dB sous le niveau affiché sur le galvanomètre (possibilité de programmer en dBm, en effectuant le tarage sur +10 ou 0 dBm).

Précision de l'atténuation : ≤ ±1 dB de 0 à -70 dB • ≤ ±2 dB de 0 à -119 dB

Modulation d'amplitude (avec bâti 6100 et tiroir 65 xx)

Taux de 0 à 95 % • Niveau de sortie réglé : touche AM, bande passante 30 Hz à 100 kHz • Niveau de sortie non réglé : touche AI. Bande passante : 0 à 100 kHz • Distorsion de l'enveloppe à 0 dBm : ≤ 3 % pour 70 % de modulation • Modulation résiduelle PM à 0 dBm : pour 30 % de modulation : 0,1 rd, pour 50 % de modulation : 0,2 rd, pour 75 % de modulation : 0,4 rd.

Modulation de fréquence : Voir « interpolation » (bâti 6100) et tiroirs de fonctions annexes (65 xx) • Raies AM résiduelles ≤ -40 dB.

Pureté spectrale

Raies harmoniques (à +7 dBm) : de 10 kHz à 1 MHz : -36 dB • de 1 MHz à 60 MHz : -40 dB • de 60 MHz à 110 MHz : -36 dB

Raies non harmoniques (à +13 dBm) : de 10 kHz à 110 MHz ≤ 75 dB (typique -80 dB).

Bruit de phase (dans une bande de 1 Hz) : ≤ -100 dB à 100 Hz de la porteuse • ≤ -110 dB à 1 kHz de la porteuse • ≤ -130 dB à 1 MHz de la porteuse • ≤ -140 dB à 10 MHz de la porteuse.

Modulation FM résiduelle : ≤ 0,3 Hz, dans une bande de 3 kHz.

Programmation : codes DCB niveau TTL

de la fréquence : temps d'acquisition : pas de 1 Hz à 100 kHz : 500 μs (voir bâti) • pas de 1 MHz à 100 MHz : 1 ms
du niveau : temps d'acquisition 20 ms des modes AM, CW et AI : niveau logique « 1 ».

TIROIR DE SORTIE 6315 (400 kHz - 600 MHz)

Avec le tiroir de sortie 6315 la gamme couverte va de 400 kHz à 600 MHz et le signal de sortie peut être modulé en phase, en amplitude et en fréquence.

Comme le tiroir 6300, il s'insère dans l'un des bâtis 6100 ou 6101 et affiche 3 digits supplémentaires correspondant aux incréments de 1 MHz, 10 MHz et 100 MHz ; qui s'ajoutent à ceux fournis par le bâti (avec le bâti 6100, le tiroir auxiliaire 6504 procure une résolution de 0,01 Hz). Le niveau de sortie se fixe manuellement en dBm, de +10 dBm à -140 dBm par pas de 10 dB et en volts, de 1V eff à 3 μ V eff/50 Ω , il s'ajuste progressivement à l'aide de deux Verniers gros et fin avec visualisation, sur un galvanomètre gradué en Veff et en dBm. En programmation extérieure, le niveau de sortie varie de +13 dBm à -139 dBm par pas de 0,1 dB. La précision de l'atténuation étant de ± 1 dB, pour des niveaux de +10 dBm à -100 dBm, et de ± 2 dBm au-delà de 100 dBm.

Les modes CW, AM, FM et PM sont sélectionnés par bouton poussoir ; les diverses possibilités de modulation

d'amplitude, de phase et de fréquence sont obtenues à partir des tiroirs auxiliaires (voir pages 24-25). En particulier, le taux de modulation en AM est possible de 0 à 95 %, avec une bande passante de 0 Hz à 20 kHz. La modulation de fréquence s'effectue comme avec le tiroir 6300 en six gammes, de ± 1 Hz à ± 100 kHz, et la modulation de phase s'étend de 0 à $\pm 5 \pi$ rd, avec une bande passante de 0 à 20 kHz.

Le 6315 fait appel aux techniques de synthèse décrites pages 39 à 42 pour les fréquences jusqu'à 80 MHz, au-delà la fréquence synthétisée 0 à 80 MHz sert de signal intermédiaire et est appliqué au dispositif générateur des pas supérieurs, qui délivre sur un oscillateur, une fréquence de 320 à 640 MHz, fréquence qui attaque directement l'amplificateur de sortie ou est divisée par 2 ou 4.

Il est évident que dans le cas où une division par 2 ou 4 intervient, une restitution de la valeur des incréments est nécessaire afin que ces derniers ne se retrouvent pas divisés à la sortie du synthétiseur. Pour cela, le système de restitution d'incrément multiplie ceux-ci avant de les transmettre à l'oscillateur de sortie. Toutes les com-

mutations sont électroniques et n'altèrent pas le temps d'acquisition du synthétiseur.

Un autre point important de la synthèse du 6315 réside dans la présence d'un oscillateur à quartz de référence à 80 MHz, permettant une bonne pureté spectrale à 600 MHz, du fait du faible taux de multiplication de la référence vers la sortie.

Pour les fonctions modulation-atténuation, des circuits particulièrement performants ont été développés et, notamment, le modulateur AM assure une excellente linéarité et une très faible modulation de phase parasite.

Le circuit de régulation agit même en modulation AM et c'est lui qui assure les pas de niveau 1 dB et 0,1 dB tandis que l'atténuateur, de sortie procède par pas de 10 dB. Cette solution présente l'avantage de diminuer le nombre de cellules de l'atténuateur et par là même, d'en améliorer les performances en perte d'insertion et en T.O.S.

Toutes les fonctions logiques, ayant trait à la programmation de fréquence, de niveau ou de type de modulation, sont assurées par un ensemble C/MOS qui réduit les consommations d'une manière significative.

CARACTERISTIQUES DU TIROIR 6315

Gamme de fréquence : 400 kHz à 599,999 999 MHz (ou 599,999 999 99 avec option 6504 et bâti 6100)

Résolution : 1 Hz (0,01 Hz avec option 6504 et bâti 6100).

Stabilité de fréquence : voir bâti

Pureté spectrale :

Raies harmoniques mesurées sur la gamme +10 dBm (1Veff) et dans la bande 400 kHz à 600 MHz : à ± 3 dBm : -30 dB ● à +10 dBm : -25 dB

Raies non harmoniques : -75 dB (80 dB typique)

Rapport signal/bruit dans 1 Hz de bande :

Distance de Fo	Fo		
	1 MHz	100 MHz	599 MHz
100 Hz	100 dB	95 dB	85 dB
1 kHz	115 dB	110 dB	100 dB
10 kHz	115 dB	110 dB	105 dB
100 kHz	120 dB	115 dB	110 dB
1 MHz	145 dB	140 dB	135 dB

Niveau de sortie

Niveau max. : +13 dBm soit 1V eff/50 Ω
Constance du niveau de sortie (à +10 dBm) ± 1 dB ● Impédance de sortie : 50 Ω
● TOS avec 10 dB ou plus : < 2

En commande « local » le jeu de l'atténuateur et des verniers permet une variation de +13 à -140 dBm. (soit de 1 V à 0,02 μ V). En programma-

tion le niveau de sortie peut varier de +13 à -136 dBm. (140 dBm en cas d'étalement à 10 dBm).

Précision de l'atténuateur de 0 à 120 dB : ± 2 dB de 120 à 140 dB : ± 4 dB

Modulation

(avec tiroir 6506 et bâti 6100).

Modulation d'amplitude : niveau max.

+7 dBm (0,5 Veff/50 Ω) ● Taux de modulation : 0 à 95 % ● Bande passante : 0 à 20 kHz ● Raies harmoniques correspondant à la distorsion d'enveloppe mesurées à 50 % de taux de modulation : -34 dB ● Précision du taux de modulation 5 % de la pleine échelle ● Modulation parasite de phase : < 0,2 rd

Modulation de phase : Déviation de phase : 0 à ± 5 rd ● Bande passante : 0 à 20 kHz ● précision de la déviation de phase : 5 % de la pleine échelle ● Raies harmoniques correspondant à la distorsion PM : -34 dB (pour $\pm \pi$ rd)

Modulation de fréquence : excursion de fréquence : ± 1 Hz à ± 100 kHz ● Bande passante à 3 dB : 0 à 20 kHz ● Précision de la déviation de fréquence : 5 % ● Raies harmoniques correspondant à la distorsion FM : -34 dB pour 75 kHz d'excursion ● Modulation parasite d'amplitude pour ± 75 kHz d'excursion à 1 kHz BF : 1 %

Programmation : Fréquence : digit 1 MHz, 10 MHz et 100 MHz : 500 μ s ● niveau : 1 ms ● modes : AM, FM, CW

DU CHOIX DE LA PRISE DE SORTIE

Au moment de choisir le type de la prise de sortie, un grave problème s'est posé à nous.

En effet, le connecteur coaxial le plus couramment utilisé, le type BNC, présente dans la gamme de fréquence considérée des fuites importantes dues principalement à la qualité et à la fiabilité du contact de masse. La prise N, beaucoup plus performante à tous les égards, ne se monte que sur des câbles coaxiaux de fort diamètre, extrêmement rigide, et les utilisateurs, peu soucieux de manier une telle « tuyauterie », utilisent inmanquablement un adaptateur N-BNC, ce qui nous ramène au problème précédent.

Un autre type de connecteur, le TNC réunit les avantages dimensionnels du BNC et pratiquement les qualités des prises N, son principal inconvénient étant d'être assez peu courant dans les laboratoires.

Partant du principe qu'il faut bien commencer un jour et que la meilleure solution technique doit triompher à la longue, nous avons décidé de nous rallier à la prise TNC, et les utilisateurs pourront toujours repasser en système BNC avec un adaptateur livré avec l'appareil lorsque les problèmes de fuites n'interviennent pas dans leurs applications.

6303 tiroir mesureur hétérodyne synthétisé

Le tiroir 6303 étend les possibilités de la série 6000 au domaine des mesures sélectives de niveau à grande dynamique, dans la gamme de 0 à 110 MHz. Ce tiroir s'incorpore dans l'un ou l'autre des bâtis 6100 ou 6101 précédemment décrits, en fonction de l'application envisagée. Il peut recevoir l'une des 5 têtes d'analyse, choisie en fonction de l'impédance et de la fréquence du signal à mesurer, ainsi que de la dynamique 100 ou 120 dB comme l'indique le tableau ci-dessous :

Tête d'analyse	Fréquence	Impédance	Dynamique
63031	1 – 110 MHz	50Ω	100 dB
63031 A	1 – 110 MHz	75Ω	100 dB
63032	0 – 11 MHz	50/75Ω 150/600Ω	120 dB
63033	10 Hz – 110 MHz 10 Hz – 500 kHz	50Ω 600 Ω	100 dB
63033 A	10 Hz – 110 MHz 10 Hz – 500 kHz	75Ω 600 Ω	100 dB 100 dB

Le 6303 incorporé dans l'un ou l'autre des bâtis devient analyseur de spectre de haute précision, décibelmètre hétérodyne, analyseur d'onde ... avec comme caractéristiques principales : un affichage numérique de la fréquence au pas de 1 Hz, en mode local (8 chiffres) ou par programmation ; une stabilité de l'oscillateur local de 2.10^{-8} /jour, et la possibilité de l'asservir sur une source extérieure de 5 MHz, un niveau du bruit résiduel très faible $0,3 \mu V/\sqrt{Hz}$ et une grande sensibilité ($1 \mu V$ pour -100 dB).

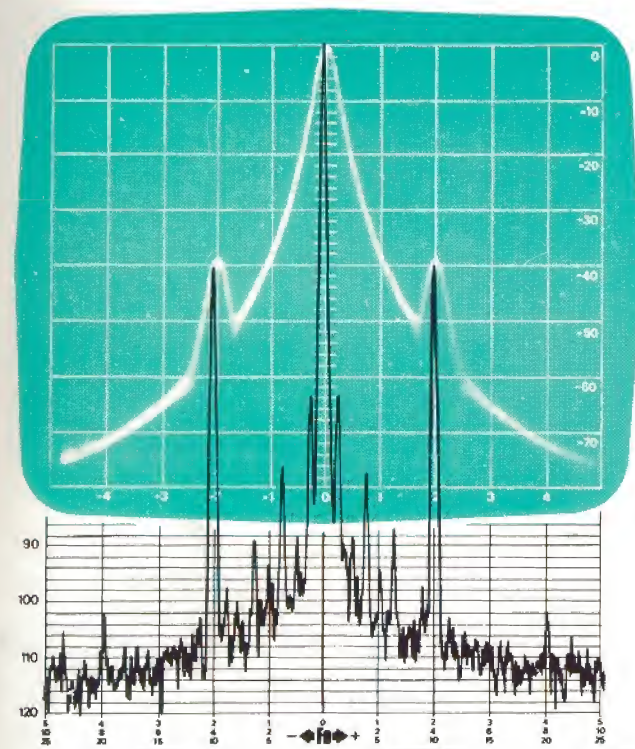


Analyseur de spectre : cet analyseur de spectre est constitué du tiroir 6303, du bâti 6100 et du tiroir de balayage 6503, il ne prétend pas se substituer aux analyseurs panoramiques, mais il s'impose lorsque les spécifications de ces derniers s'avèrent insuffisantes tant en résolution qu'en dynamique.

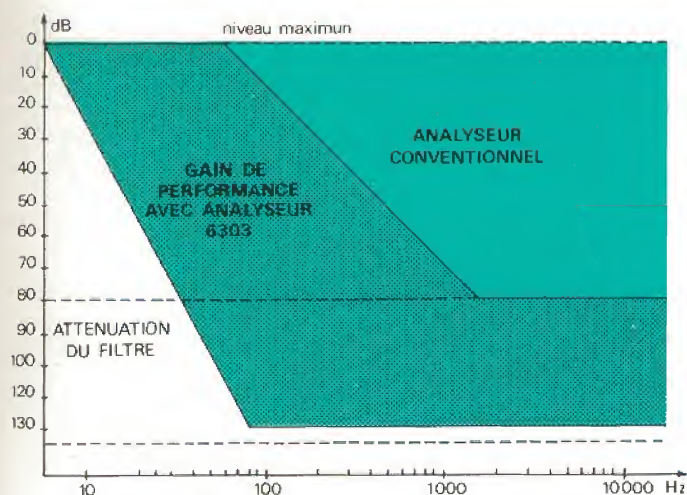
Il est par excellence l'instrument de la qualification de signaux de haute pureté spectrale.

La dispersion de fréquence va de ± 200 Hz à ± 100 kHz en fonction de la tête d'analyse utilisée, la durée de l'analyse variant elle-même de 100 s à 2000 s selon la dispersion.

Le mode lissage élimine les variations ou fluctuations du niveau de bruit du signal analysé, permettant ainsi de dégager une valeur moyenne du bruit.



Cette figure illustre le gain de performance en dynamique et en résolution de l'analyseur ADRET (courbe noire) par rapport aux analyseurs classiques (courbe couleur), dans le cas de l'analyse d'un même signal.



Décibelmètre hétérodyne : cet instrument comprend le tiroir 6303 et la version simplifiée du bâti, le 6101, il permet la mesure du niveau de signaux à des fréquences connues, de séparer les composantes de signaux complexes, de mesurer des signaux perturbés par du bruit. Enfin, il est possible de mesurer l'énergie dans une bande de 10 Hz* à une fréquence définie.

La fréquence de mesure est programmable en vue de l'utilisation du décibelmètre dans un système automatique.

Analyseur d'onde : en plus des possibilités précédentes, la présente combinaison autorise une exploration continue de fréquence soit manuelle, soit par l'intermédiaire d'un signal analogique extérieur.

Cette faculté est précieuse pour la recherche de phénomènes de fréquences inconnues. Elle est obtenue grâce au bâti complet 6100 qui possède un interpolateur de fréquence en 6 gammes (voir pages 18/19).

Les mesureurs sélectifs conventionnels souffrent de deux limitations principales, leur dynamique est limitée par le niveau d'entrée maximum que peut recevoir l'étage mélangeur d'entrée et par le niveau de bruit du premier oscillateur local, tandis que la résolution est limitée par la stabilité de cet oscillateur et par la difficulté de réaliser un filtre possédant un facteur de forme suffisamment élevé. Dans le tiroir 6303, un étage mélangeur à transistors à effet de champ à faible bruit, d'une conception originale, et un oscillateur local synthétisé de haute précision relié à un pilote à quartz, éliminent ces inconvénients.

Le signal délivré par le mélangeur est envoyé vers un filtre à quartz possédant 8 éléments, de bande passante très étroite (10 Hz)*. Après filtrage, le signal est amplifié par un amplificateur logarithmique comprenant 5 transistors à effet de champ. Après détection, l'exploitation de la mesure peut alors s'effectuer par l'intermédiaire d'un oscilloscope à mémoire ou d'un enregistreur graphique ou encore directement à partir du galvanomètre équipant le 6303.

La haute pureté spectrale de l'oscillateur local synthétisé, la grande linéarité du mélangeur d'entrée à haut niveau, et l'utilisation d'un changement de fréquence associés à un filtre très sélectif, procurent d'excellentes performances aux mesureurs Adret. En particulier, dans le domaine de l'analyse spectrale, l'amélioration par rapport aux analyseurs conventionnels est illustrée par la figure ci-contre.

*Sur option, la largeur du filtre d'analyse peut être 30 ou 100 Hz.

CARACTERISTIQUES DU 6303

- Gamme de fréquence et impédance d'entrée fonction de la tête d'analyse utilisée**
- Résolution :** 1 Hz (0,1 Hz avec la tête 63032)
- Stabilité :** $2 \cdot 10^{-8}$ /jour
- Asservissement :** 5 MHz
- Programmation TTL en BCD 1-2-4-8**
- Dynamique de mesure :** 100 dB (120 dB avec la tête 63032)
- Sensibilité :** 100 mV pour 0 dB et 1 μ V pour 100 ou 120 dB
- Bruit résiduel** dans une bande de 1 Hz, 0,3 μ V (30 nV avec la tête 63032)
- Précision du niveau :** ± 2 dB, (± 4 dB pour 120 dB)
- Facteur de forme du filtre :** 10 à 100 dB
- Sélectivité :** 10 Hz à 3 dB (30 ou 100 Hz sur option)

SERIE 6000

tiroirs de fonctions annexes (pour 6100 seulement)

Les tiroirs de fonctions annexes (65 xx), étendent les possibilités de la série 6000 dans le domaine du laboratoire et du contrôle.

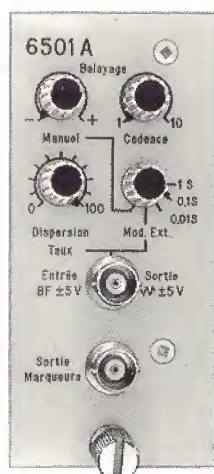
Ils permettent de disposer d'un instrument particulièrement bien adapté à la plupart des applications nécessitant habituellement un appareillage complexe et sophistiqué, donc coûteux.

Ils s'incorporent dans l'alvéole de droite du bâti 6100 équipé de l'un des tiroirs de sortie 6300 ou 6315.

Les liaisons avec le bâti et le tiroir de sortie utilisé s'effectuent par l'intermédiaire d'un connecteur interne.

Dans le cas d'utilisation du bâti 6100, sans tiroir auxiliaire, un cache référence 6507 est prévu pour obstruer l'alvéole de droite du bâti.

6501A WOBLULATION AVEC MARQUEURS



Balayage par potentiomètre ou par rampe interne de durée 10 ms à 10 s.

Dispersion : 0 à 100 % de l'excursion affichée sur l'interpolateur.

Sortie de la rampe : ± 5 V crête pour 100 % d'excursion.

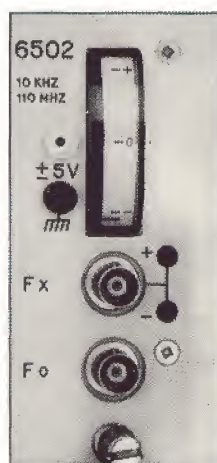
Marqueurs : du type papillon au nombre de 21 dont l'espacement est égal au 1/10e de la gamme d'interpolation choisie.

Entrée pour signaux extérieurs de modulation ou de wobulation :

Niveau : ± 5 V crête

Réglage de l'excursion de fréquence par potentiomètre.

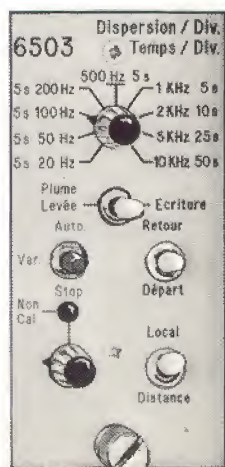
6502 COMPAREUR DE FREQUENCE



Ce tiroir met en évidence l'écart de fréquence existant entre la fréquence affichée sur le synthétiseur (F_o) prise comme référence, et une fréquence extérieure (F_x), cet écart étant visualisé sur un galvanomètre et par deux voyants «+» et «-». Ce tiroir est utilisable dans la gamme de 10 kHz à 150 MHz.

La tension d'erreur réagissant sur l'oscillateur d'interpolation du bâti, ce tiroir conduit à des applications très intéressantes, parmi lesquelles : multiplication d'erreurs, fréquencemètre actif, enregistrement de dérive...

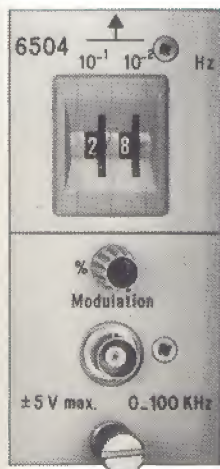
6503 TIROIR DE BALAYAGE POUR 6303



Ce tiroir est un accessoire du 6303 quand ce dernier est utilisé en analyseur de spectre, il permet le balayage du tiroir 6303, la durée de l'analyse étant déterminée en fonction de la dispersion qui est variable de 20 Hz/division à 10 kHz/division.

Ce tiroir comporte également les commandes de levée de plume et départ/retour de la table traçante associée.

6504 EXTENSION AU 1/100 Hz DE LA RESOLUTION



Ce tiroir permet d'étendre la résolution de fréquence du bâti 6100 au 1/100 de Hertz, tout en gardant la possibilité d'effectuer une modulation AM ou FM par signaux extérieurs. (PM avec tiroir 6315). L'augmentation de la résolution ne dénature pas les caractéristiques mentionnées auparavant, les pas de 1/10 et 1/100 de Hz ainsi élaborés sont également programmables ; leur temps d'acquisition étant de 1 ms.

Modulations AM/FM et PM :

Niveau ± 5 V crête

Impédance : 100 k Ω

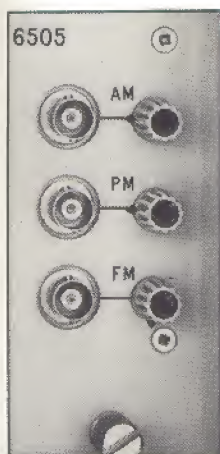
* Bande passante : 0 à 20 kHz

Taux de modulation AM 0 à 95 %

Excursion de fréquence FM 0 à 100 % de la gamme d'interpolation choisie sur le bâti 6100.

Déviat ion de phase : 0 à $\pm 5 \pi$ rd

6505 MODULATIONS SIMULTANÉES EN AM, FM et PM



Ce tiroir permet d'effectuer des modulations AM, FM et PM (avec 6315), avec réglage indépendant des taux de modulation AM de l'excursion FM choisie à partir de l'interpolateur du bâti 6100 et de la déviation de phase en PM.

Modulations AM, FM et PM :

Niveau ± 5 V crête

Impédance : 100 k Ω

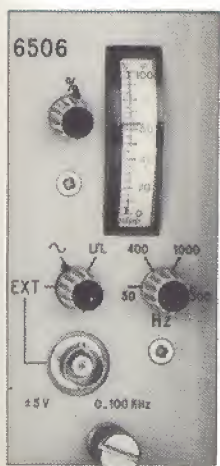
Bande passante : 0 à 20 kHz

Taux de modulation AM 0 à 95 %

Excursion de fréquence FM 0 à 100 % de la gamme d'interpolation choisie sur le bâti 6100.

Déviat ion de phase : 0 à $\pm 5 \pi$ rd

6506 MODULATIONS AM/FM ET PM PAR SIGNAUX INTERNES



Ce tiroir comporte un générateur BF à points fixes délivrant des signaux de forme sinusoïdale ou carrée, pour modulations AM, FM ou PM (avec tiroir 6315). Il garde la possibilité d'effectuer ces modulations par signaux extérieurs.

Signaux BF internes :

Fréquence : 50, 400, 1000, 4500 Hz de forme \sim ou \square

Précision : ± 5 %

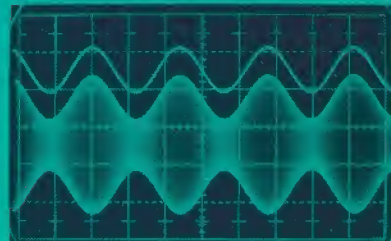
Temps de montée en \square à 50 Hz : 20 μ s

de 50 Hz à 4500 Hz : < 10 μ s

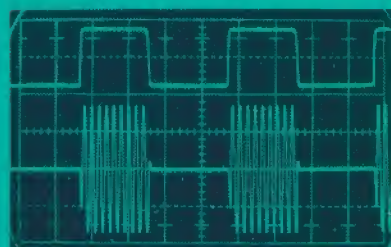
Signaux extérieurs (identiques au 6504)

FL modul - 40ps 400Hz 4500Hz

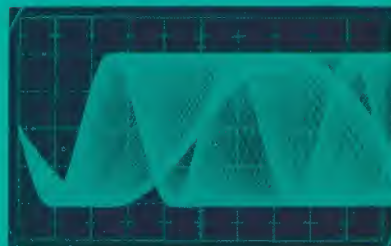
OSCILLOGRAMMES TYPIQUES



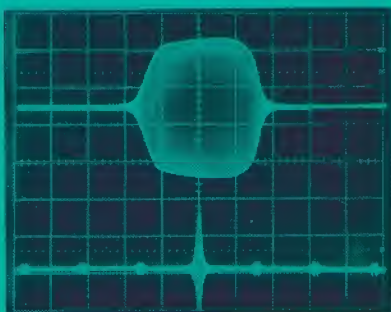
Modulation d'amplitude



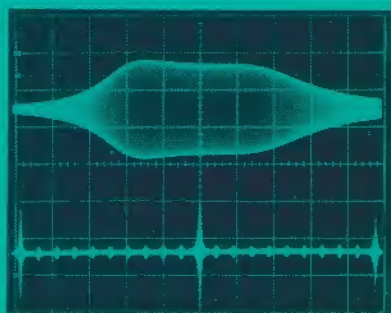
Modulation en mode A1



Modulation de fréquence (déviat ion ± 5 kHz)



Modulation d'un filtre à quartz centré sur 102 MHz. (Marqueurs tous les 10 kHz).



Modulation d'un filtre large bande centré sur 1,04 MHz. (Marqueurs tous les 10 kHz).

SERIE 6000

des tiroirs spéciaux

Les différents tiroirs de sortie présentés dans ce catalogue répondent à la majorité des problèmes en matière de génération de fréquence.

Néanmoins, Adret Electronique peut étudier tous cas particuliers, c'est ainsi que sont apparus, les tiroirs 6301 et 6301 C dont les principales caractéristiques sont :

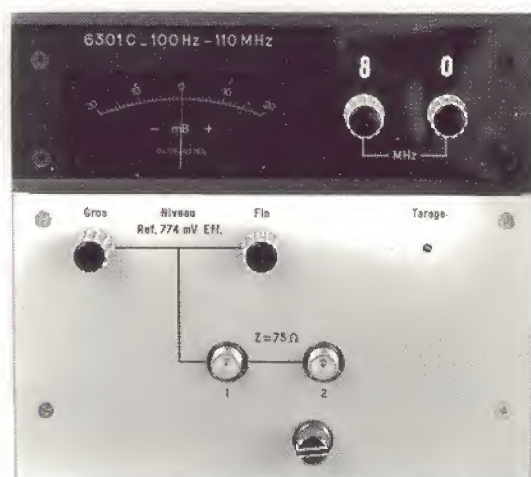
6301

Tiroir identique au 6300 dans lequel l'atténuateur programmable a été supprimé. Le réglage de niveau de sortie s'affiche par les deux verniers de 0 à + 13 dBm, la modulation AM et A1 restant possible.



6301C

Ce tiroir se caractérise par un niveau de sortie particulièrement stable et précis : Niveau nominal 774 mV eff à $\pm 1,5$ mB, deux sorties sur 75 Ω . Réponse amplitude/fréquence : $\pm 2,5$ mB. Réglage par verniers et galvanomètre à zéro central de ± 20 mB.



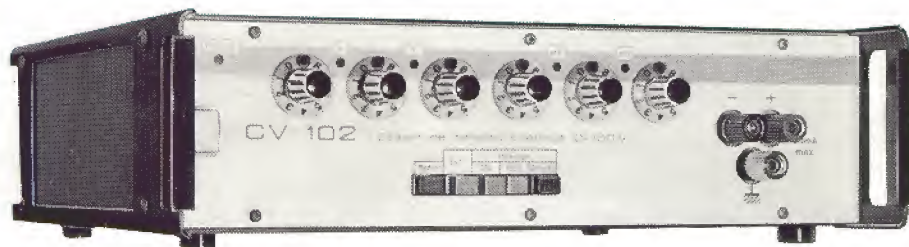
Le tableau ci-contre précise les combinaisons possibles entre bâti et tiroir ; à chaque combinaison correspond un instrument possédant ses propres caractéristiques techniques, nos ingénieurs des ventes sont à votre disposition pour étudier avec vous l'instrument dont vous avez besoin. Consultez-nous.

TABLEAU RECAPITULATIF DES DIFFERENTS TIROIRS COMPATIBLES AVEC LES DEUX BATIS

Bâti	Tiroirs de sortie			Tiroirs de fonctions annexes					
	6300	6303	6315	6501 A	6502	6503	6504	6505	6506
6100	●	●	●	●	●	●	●	●	●
6101	●	●	●						

102

0,1 μ V à 100V



La particularité de cet appareil réside dans le procédé original de conversion «numérique/analogique» utilisé pour la génération de la tension continue.

Le procédé utilisé dans le 102 repose sur le principe du «comptage prédéterminé», il a le double avantage de ne nécessiter qu'un nombre très réduit d'éléments étalons (3 éléments quel que soit le nombre de chiffres) — ce qui est favorable à la fiabilité de l'instrument — et d'offrir, par principe même, une parfaite constance des échelons de tension (excellente linéarité).

Associées à la faculté intrinsèque de programmation, ces caractéristiques rendent l'appareil particulièrement adapté tant en laboratoire qu'en contrôle, aux opérations d'étalonnage et de contrôle de linéarité (amplificateurs opérationnels, chaînes de mesures, discriminateurs, voltmètres numériques, convertisseurs V/F ...)

Par ailleurs, son temps d'acquisition de 15 ms (temps maximal d'établissement d'une valeur V_1 à une valeur V_2), permet de l'utiliser, associé à un générateur de signaux numériques codés, un calculateur ou un programmeur approprié, comme simulateur de fonctions TBF complexes (capteurs par exemple) ; application particulièrement intéressante dans le domaine des servomécanismes.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Sortie flottante : polarité + et —

Gamme 10 Volts :

0,01 mV à 9,99999 V par pas de 0,01 mV.

Gamme 100 Volts :

0,1 mV à 99,9999 V par pas de 0,1 mV.

Affichage numérique :

6 chiffres

Stabilité sur 24 H :

$\pm (25 \mu\text{V} \pm 0,8 \cdot 10^{-5})$, gamme 10 V

$\pm (0,25 \text{ mV} \pm 1 \cdot 10^{-5})$, gamme 100 V.

Stabilité sur 7 jours :

$\pm (30 \mu\text{V} \pm 1 \cdot 10^{-5})$, gamme 10 V

$\pm (0,3 \text{ mV} \pm 1,3 \cdot 10^{-5})$, gamme 100 V

Précision

Mesurée pour $\pm 10 \%$ de la tension d'alimentation nominale, et pour une variation de température de $+20^\circ\text{C}$ à $+30^\circ\text{C}$.

Gamme 10 V : $\pm 3 \cdot 10^{-5} \pm 100 \mu\text{V}$

Gamme 100 V : $\pm 5 \cdot 10^{-5} \pm 1 \text{ mV}$

Courant de sortie :

0 à 50 mA max. (courant de court circuit 70 mA).

Résistance interne : en continue : $< 0,002 \Omega$

Impédance dynamique : $R < 15 \Omega$ avec $L < 3 \text{ mH}$.

Linéarité indépendante :

Gamme 10 volts : $1,3 \cdot 10^{-5}$

Gamme 100 volts : $2 \cdot 10^{-5}$.

Bruit :

Gamme 10 volts $< 30 \mu\text{V}$

Gamme 100 volts $< 300 \mu\text{V}$.

Réjection de mode commun : $> 120 \text{ dB}$.

Rigidité diélectrique :

entre masse et bornes de sortie $\pm 500 \text{ V}$.

Résistance d'isolement :

1000 M Ω

Programmation :

6 chiffres codés en DCB 1 - 2 - 4 - 8.

Code de gamme et de validation

Temps d'acquisition : 15 ms.

Accessoires compatibles

- Programmeur 112 (8 voies) et afficheur 122
- Diviseur de tension type 132 (ci-dessous)
- Cadenceur type 402 (voir p. 34)

Extension «nanovolts»

(avec l'accessoire type 132)

gamme 0 à 100 mV (résolution 0,1 μV)

DIMENSION :

Hauteur : 88 mm (2 U standard 19")

Largeur : 340 mm (adaptateur Rack 19")

Profondeur hors tout : 340 mm.

MASSE : 5,7 kg.

ENVIRONNEMENT :

Fonctionnement : 0 à 50°C (conservatif : $+20$ à $+30^\circ\text{C}$)

Stockage : -20° à 70°C .



ETROLOGIE DES FREQUENCES

L'étalonnage ou la calibration des instruments ou des équipements comportant des oscillateurs de référence, tels que les fréquencesmètres, les synthétiseurs et les émetteurs-récepteurs de radio, n'est pas un problème nouveau. Il a pris, depuis quelques années, une nouvelle dimension due à l'augmentation très rapide des performances de précision et de stabilité exigées par les cahiers des charges actuels. En effet, il y a quelques années, un calibrage à 10^{-6} ou 10^{-7} était considéré comme suffisant dans la plupart des cas ; actuellement des précisions de 10^{-8} à 10^{-9} sont devenues tout à fait courantes.

La métrologie des fréquences nécessite donc actuellement de disposer de sources étalons de fréquences et d'instruments capables de mettre en évidence avec une bonne résolution, des écarts de fréquence aussi faibles que 10^{-10} voire 10^{-11} .



4101

RECEPTEUR ETALON
DE FREQUENCE

Les étalons atomiques étant d'un prix très élevé, Adret Electronique a développé un récepteur de fréquence étalon pouvant capter les porteuses radio qui justement sont pilotées par des étalons atomiques. (Par exemple Allouis en France, Droitwich en Angleterre, HBG en Suisse ...)

Le récepteur synthétisé Adret type 4101 permet donc de recevoir tout

émetteur compris dans la gamme de 15 à 200 kHz avec une résolution de 20 Hz, il peut délivrer les fréquences de référence de 1 MHz, 5 MHz et 10 MHz dont la précision à long terme est celle de la porteuse reçue à $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ près.

Le récepteur étalon 4101 comprend principalement un pilote à quartz de haute stabilité, asservi en fréquence sur la porteuse reçue et non en phase comme la plupart des réalisations du même genre.

Toute la partie asservissement est traitée en circuits logiques et la commande du pilote haute stabilité est électro-mécanique, ce qui permet d'inhiber l'asservissement lorsque les variations de phase ou de fréquence de la porteuse reçue dépassent un certain seuil et risqueraient d'entraîner le pilote de haute stabilité si l'asservissement était maintenu. Ce circuit d'inhibition permet donc d'interrompre l'asservissement, lorsque les conditions de réception ne sont pas suffisamment stables ou lorsque l'émission est interrompue.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

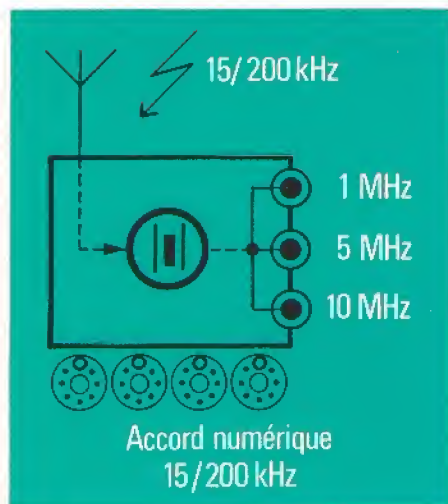
- **Gamme de fréquence**
15 kHz à 200 kHz
- **Résolution d'affichage**
20 Hz
- **Sensibilité**
 $\geq 5 \mu V$
- **Antenne**
Passive,
(Sur option, antenne active à ferrite).
- **Fréquences délivrées**
1/deux sorties fixes 5 MHz, (1V/50 Ohms)
2/deux sorties commutables, 1-5 et 10 MHz.
- **Niveau de sortie**
1 V eff/50 Ohms ± 1 dB
- **Précision à long terme**
Celle de la porteuse reçue à $\pm 5 \cdot 10^{-10}$ près.
- **Alimentation**
110 - 220 V.
Une batterie incorporée assure, avec une autonomie de 5 heures, l'alimentation du pilote haute stabilité, en cas de défaillance du secteur.
Un chargeur incorporé assure automatiquement la charge de la batterie.

Encombrement

Largeur : 440 mm (standard 19")
Hauteur : 88 mm (2 U)
Profondeur : 350 mm

Environnement

Fonctionnement 0 à 50°C
Stockage - 20° à + 70°C



4110

MULTIPLICATEUR D'ECART DE FREQUENCE PROGRAMMABLE

Cet instrument est destiné à mesurer rapidement l'erreur relative de fréquence entre deux sources stables, l'une étant la référence et l'autre la fréquence à mesurer.

Les multiplicateurs d'erreur réalisés à ce jour utilisent un certain nombre d'étages de multiplication d'erreur, en pratique jusqu'à 4, procurant ainsi un coefficient de multiplication de 10 000.

Le principal inconvénient de ce système est de conduire à un prix relativement élevé, du fait de la sophistication nécessaire des étages de multiplication pour s'affranchir des problèmes de bruit.

La solution proposée par ADRET-ELECTRONIQUE repose sur un principe entièrement différent, issu directement de la technique de synthèse indirecte de fréquence à boucle de phase. Le circuit utilisé se comporte comme un multipli-

cateur d'erreur incluant un filtre à bande passante très étroite et à accord automatique.

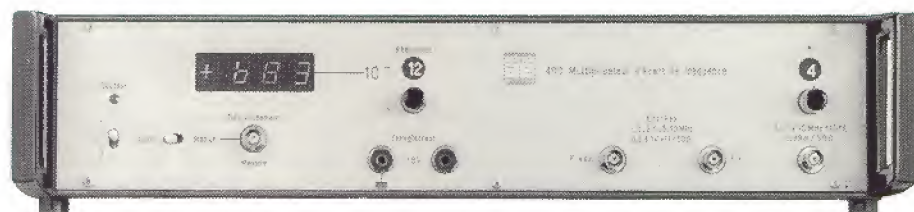
Cet équipement est prévu pour délivrer l'erreur multipliée sous trois formes :

1/ Une fréquence de 10 MHz $\pm 10^N$ fois l'erreur ($N =$ de 1 à 4).

2/ L'affichage numérique direct du $\Delta F/F$ avec 3 chiffres significatifs, le signe + ou - avec une résolution de 10^{-8} à 10^{-12} en 5 gammes.

3/ Une tension continue ± 5 V, proportionnelle au nombre de 3 chiffres affichés.

Ainsi, suivant la méthode utilisée ou le type de mesures à effectuer, l'utilisateur dispose de l'information en valeur absolue ($10 \text{ MHz} \pm 10^N \text{ Hz}$), de la valeur relative $\Delta F/F$ affichée numériquement ou d'une tension analogique proportionnelle destinée à l'enregistrement.



CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Fréquence d'entrée : 1-2-2,5-5 et 10 MHz

Différence relative maximale des fréquences d'entrée : $\pm 1 \cdot 10^{-5}$

Taux de multiplication d'erreur
1, 10, 100, 1 000, 10 000

Fréquence de sortie : $10 \text{ MHz} \pm 10^N \text{ Hz}$

Affichage numérique du $\Delta F/F$
3 chiffres et 5 gammes de 10^{-5} à 10^{-9} , le dernier chiffre allant de 10^{-8} à 10^{-12} .

Temps d'acquisition :

- $10 \text{ MHz} \pm 10^N \text{ Hz}$: 0,2 s.
- affichage numérique : de 0,5 à 12 s suivant la gamme.

Incertitude du dernier chiffre ± 2 unités.

Les commandes des taux de multiplication de l'erreur sur la sortie 10 MHz et de l'affichage numérique du $\Delta F/F$ sont totalement différentes l'une de l'autre et programmables.

Encombrement

Largeur : 440 mm (standard 19")
Hauteur : 88 mm (2 U)
Profondeur : 350 mm

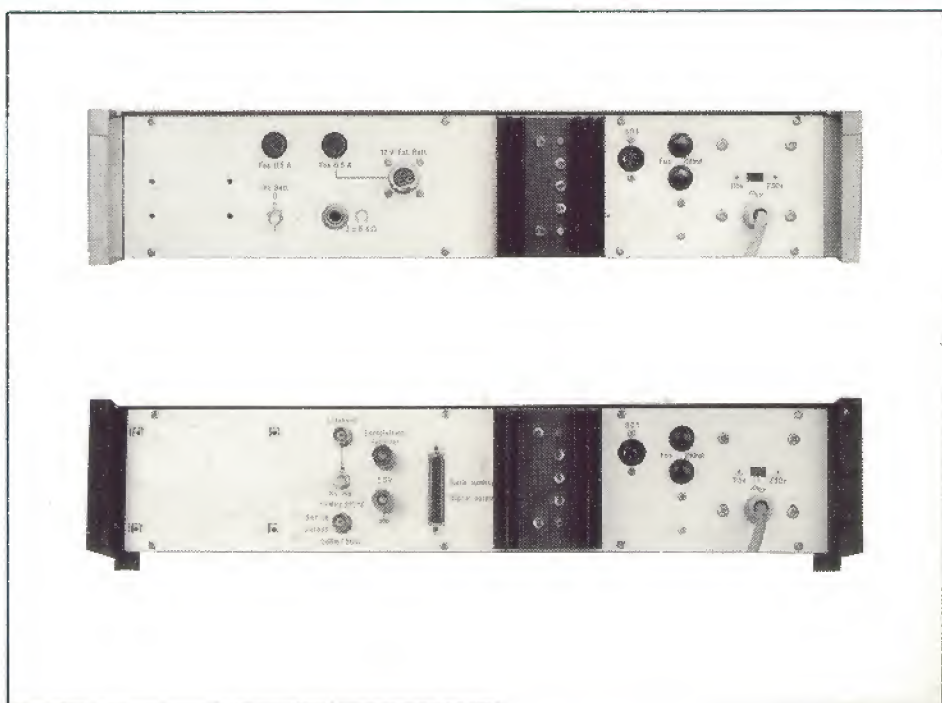
Environnement

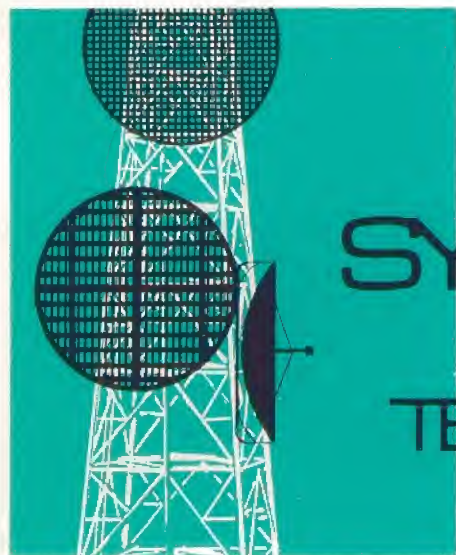
Fonctionnement 0 à 50°C
Stockage - 20° à + 70°C

4101+4110

BANC DE MESURE DE FREQUENCES

Ces deux instruments récepteur étalon et multiplicateur d'écart peuvent être utilisés séparément suivant l'équipement dont dispose le laboratoire, mais leur assemblage constitue un banc de mesure de fréquence complet et remarquable tant au point de vue de l'investissement que des performances.





SYNTHETISEURS POUR LES TELECOMMUNICATIONS

un problème important dans les télécommunications LE PILOTAGE DES EMETTEURS

Nous pensons que l'on peut définir les télécommunications comme étant l'ensemble des techniques qui permettent de véhiculer ou de transmettre des informations à distance. Bien qu'elles aient évolué à travers les âges, les télécommunications modernes ont pris leur essor avec l'apparition de l'électricité (télégraphie), puis de la triode (radio), enfin, avec le développement des semi-conducteurs, les émetteurs se sont multipliés dans les différentes bandes de fréquence, ce qui a conduit les commissions internationales à prévoir une réglementation très sévère en ce qui concerne l'attribution des fréquences de travail des différents centres d'émissions. Du reste, certains centres de réception, comme celui de NOISEAU en France, sont chargés de faire la « police des ondes » et rappellent à l'ordre les stations d'émissions qui ne respectent pas cette déontologie des ondes.

D'après ce qui vient d'être exposé, il ressort que les télécommunications font appel, à la réception comme à l'émission, aux « circuits sélectifs ». Le terme « sélectif » sous-entend, pour tout spécialiste des télécommunications, précision, stabilité, bonne résolution en fréquence ainsi qu'une réponse amplitude/fréquence aussi régulière que possible.

D'après ces exigences, il apparaît que le synthétiseur, du fait de ses qualités intrinsèques, soit tout indiqué pour le pilotage d'émetteurs.

A la réception, il peut également se substituer à l'oscillateur local du récepteur.

DU PILOTE A QUARTZ AU SYNTHETISEUR

Certains modèles de synthétiseurs ont donc été spécialement étudiés dans le but d'être incorporés dans des équipements de télécommunications, principalement comme pilotes d'émetteurs. Pour ce genre d'appareil, les exigences sont très sévères, tant au point de vue de la fiabilité que des performances.

Traditionnellement, il est utilisé, soit des étalons précis de fréquence fixe, (diapasons quartz, masers, etc...), soit des générateurs à fréquences variables, mais beaucoup moins stables et précis qu'il faut contrôler et régler à l'aide d'équipements auxiliaires.

Si certains services de radiocommunications utilisent la même fréquence pendant de longues périodes, (par exemple les radiophares) et peuvent s'équiper du pilote à quartz, d'autres services sont appelés à changer souvent leur fréquence de travail, soit par suite des conditions de propagation, soit parce qu'ils changent de correspondant ou de zone de parcours ou de consigne d'exploitation.

Dans ce dernier cas, le nombre de fréquences de travail est très élevé, par exemple, il est de 30 000 canaux espacés de 1 kHz dans la gamme des ondes courtes (30 à 60 MHz), 7 000 canaux espacés de 25 kHz dans celle des UHF, (225 à 400 MHz). Il est donc hors de question d'approvisionner autant de pilotes indépendants accordés d'avance sur ces fréquences. Il faut pouvoir les « fabriquer » à la demande et dans un temps très court par une manœuvre simple, c'est ce que permet de faire le synthétiseur de fréquence.

D'une façon générale, les générateurs synthétiseurs de fréquence utilisés dans les télécommunications sont dénommés « pilotes synthétisés » dits à gamme continue.

De plus, en cas d'interférences, il est possible de synchroniser un réseau d'émetteurs puisque le pilote des synthétiseurs peut être asservi sur une source extérieure de fréquence constituée, par exemple, d'un étalon atomique tel qu'un rubidium.

Dans cette partie du catalogue, les différents instruments d'équipement sont présentés dans le cadre de leur application :

- **201 R, 201 RA et 5130** : émission grandes ondes et ondes moyennes.
- **6203** : émission ondes courtes.
- **6204** : émission O.C. avec modulation en mode F1.
- **4500** : émission de télévision.
- **OEM** : réalisations selon cahier des charges du client (exemple : 5104, pilote synthétisé pour sources solides hyperfréquences).

PILOTAGE D'EMETTEURS GRANDES ONDES (OL) ET ONDES MOYENNES (OM)

EN OL, les puissances considérables mises en jeu par les émetteurs pour une couverture aussi grande que possible, (de 500 kW à 2 MW), font que certains émetteurs interfèrent entre eux en fonction des horaires d'émissions. Il est donc intéressant d'effectuer un décalage de quelques dizaines de Hertz pour éviter ces interférences, ce qui est difficile avec des pilotes d'émetteurs classiques, mais fort commode avec un synthétiseur.

EN OM, le calage rigoureux des émetteurs sur la fréquence qui leur est attribuée, est encore plus criti-

que qu'en OL, vu le nombre considérable de programmes diffusés dans cette bande de fréquence. La solution de l'avenir étant la synchronisation de tous les émetteurs à

partir d'étalons atomiques, ce qui est particulièrement facile à réaliser avec un pilote synthétisé, mais impossible avec un oscillateur à quartz.

Pour répondre à ces besoins, ADRET ELECTRONIQUE a développé les pilotes synthétisés 201 R et 5130.

Le pilote synthétisé type **201 R**, est un générateur cohérent de fréquence à commande numérique. Il délivre par affichage décimal, toutes les fréquences comprises entre 50 kHz et 2 MHz, (avec une résolution de 10 Hz) élaborées à partir d'un maître oscillateur à quartz de haute stabilité.

Le niveau de sortie de la fréquence synthétisée est visualisé sur un galvanomètre, il est variable de 1 V à 3 V eff. (en f.e.m.) et disponible sous deux impédances, 50 Ω et 1000 Ω .

En outre, l'oscillateur de référence du 201 R, peut être asservi sur un étalon externe de fréquence 5 MHz et le décalage entre les deux fréquences est également visualisé sur un galvanomètre.

Ce modèle de pilote synthétisé **201 RA** possède les mêmes caractéristiques que le 201 R, mais il comprend un amplificateur de puissance nominale de 1 W, (environ 7 V sur charge de 50 Ω). Le niveau de sortie est également visualisé sur galvanomètre, mais la réponse



201 R/RA

PILOTE OL/OM

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Fréquence

Gamme : 50 kHz à 1 999.99 kHz

Résolution : 10 Hz

Affichage : numérique par 6 commutateurs décimaux

Stabilité :

standard : pilote interne

2.10⁻⁸/24 h après 3 jours

de fonctionnement

1.10⁻⁷ sur 3 mois, après 3 mois de

fonctionnement ininterrompu.

option : pilote type haute stabilité

2.10⁻¹⁰/24 h après 3 jours

de fonctionnement

Asservissement du pilote interne : sur étalon

extérieur de fréquence 5 MHz \pm 3.10⁻⁷

(300 mV à 1 V eff. sur charge 50 Ω).

Fréquence de référence :

5 MHz 500 mV eff. / 50 Ω

Sortie des signaux

● sortie variable de 0,5 V à 1,5 V eff/50 Ω

● sortie variable de 0,5 V à 1,5 V eff/1 k Ω

Réponse Amplitude/Fréquence

\pm 3 % de 50 kHz à 2 MHz

Pureté spectrale

Raies non harmoniques fixes \leq -70 dB

Raies harmoniques \leq -34 dB

Bruit de phase mesuré dans une bande de 1 Hz

à 100 Hz de la porteuse \leq -90 dB ● à 1 kHz

de la porteuse \leq -100 dB

Bruit de phase TBF ($\theta = f(t)$) écart de phase

maximum \leq \pm 0,1°

Alimentation

Secteur : 115 - 127 ou 220 V à \pm 10 %

Fréquence : 50 Hz à 400 Hz

Consommation : 50 VA

Batterie 12 V extérieure : pour le pilote.

Dimension

Coffret : 4 U (standard 19")

Hauteur : 176 mm. Largeur : 440 mm

Profondeur : 340 mm

Masse : 13 kg

Environnement

Fonctionnement :

+10° C à +45° C

Stockage : -10° C à +65° C

amplitude/fréquence est de \pm 5 %, de 50 kHz à 2 MHz. Quant aux raies

harmoniques leur taux de réjection est de 25 dB.

5130

PILOTAGE OM

Ce synthétiseur est plus spécialement destiné au pilotage d'émetteur OM puisqu'il couvre la gamme de 550 kHz à 1700 kHz. Bien que les standards internationaux imposent une résolution de 1 kHz dans la gamme OM, le 5130 possède une résolution de 100 Hz de manière à éviter d'éventuelles interférences avec d'autres émetteurs, en effectuant un léger décalage de fréquence.



CARACTERISTIQUES

Gamme de fréquence : 500 kHz à 1699,9 kHz

Résolution : 100 Hz

Affichage numérique de la fréquence par

quatre commutateurs décimaux

Stabilité : 3.10⁻⁵/24 H (ou 2.10⁻⁸/24 H sur

option avec 5.10⁻⁹/24 H après 3 mois de

fonctionnement).

Asservissement du pilote interne : sur étalon

extérieur de fréquence 5 MHz (200 mV à

1 V eff/50 Ω), par l'intermédiaire d'un

potentiomètre 10 tours et d'un galvanomètre.

Niveau de sortie : 1,5 V eff/50 Ω ●

Composantes harmoniques : -20 dB ●

Composantes non harmoniques : -60 dB ●

Bruit de phase (mesure dans une bande de

1 Hz à 1 kHz de la porteuse) : -100 dB

Alimentation : Secteur : 220 V \pm 10 % ●

Fréquence : 50 à 400 Hz ● **Consommation :**

15 VA

Environnement :

Fonctionnement : +10° C à +50° C

Stockage : -10° C à +70° C

Dimensions :

Largeur : 124 mm

Profondeur : 280 mm

Hauteur : 96 mm

Masse : 4 Kg



Dans le cas d'émission **ondes courtes**, en plus des problèmes de précision et de stabilité, il y a nécessité d'opérer sur plusieurs fréquences successives de travail soit en fonction des programmes (émissions dirigées), soit en fonction des diagrammes de propagation qui varient selon l'heure et la saison. D'autre part, les brouillages étant fréquents, un léger décalage de la fréquence attribuée à l'émetteur, permet d'éviter les interférences gênantes.

Changement de fréquence et décalage s'effectuent très rapidement

avec un pilote synthétisé, soit en commande manuelle, soit par programmation à partir d'un pupitre de commande.

Pour répondre aux besoins de l'émission OC, ADRET ELECTRONIQUE a développé le pilote synthétisé type 6203 qui délivre, par affichage décimal ou par programmation, toutes les fréquences comprises entre 100 kHz et 32 MHz avec une résolution de 1 Hz. Cet appareil est caractérisé par une excellente pureté spectrale ainsi que par un MTBF voisin de 20 000 heures.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Fréquence

Gamme : 100 kHz à 32 MHz
Résolution : 1 Hz
Affichage : numérique, par 8 commutateurs.

Stabilité :

Pilote (type 609)
2.10⁻⁸/24 h après 72 h de fonctionnement
5.10⁻⁹/24 h après 3 mois de fonctionnement ininterrompu.

Asservissement

Fréquence extérieure : 5 MHz \pm 3.10⁻⁷
Niveau : 100 mV à 1 V eff. sur charge 50 Ω
visualisation du déphasage par galvanomètre.

Niveau de sortie

Visualisé par galvanomètre
Voyant s'allumant pour V \geq 900 mV eff. sur charge adaptée
Sortie « 1 » variable de 0,5 V à 1,5 V eff. sur charge adaptée de 50 Ω
Sortie « 2 » variable de 30 à 100 mV eff. sur charge adaptée de 50 Ω

Réponse amplitude/fréquence

\pm 0,8 dB de 100 kHz à 32 MHz

Pureté spectrale

Bruit de phase
mesuré dans une bande de 1 Hz :
à 100 Hz de la porteuse \leq - 100 dB
à 1 kHz de la porteuse \leq - 110 dB

Bruit de phase TBF ($\theta = f(t)$) :
écart de phase maximum \leq \pm 0,1°

Composantes non harmoniques :
 \leq - 70 dB

Composantes harmoniques : \leq - 34 dB

Programmation numérique de la fréquence

8 chiffres codés en DCB 1-2-4-8
Niveau logique « 0 » : -1 V à +0,1 V
Niveau logique « 1 » : +2,5 V à +7,5 V
Impédance d'entrée : 4700 Ω \pm 20 %
Temps d'acquisition : 5 ms

Télécommande de l'arrêt/marche

Marche : niveau 0 ou non raccordé
Arrêt : niveau 1 (+2,5 V à +7,5 V)

Alimentation

Tension réseau :
115 V - 127 V et 220 V \pm 10 %
Tension convertisseur à signaux carrés :
155 V crête
Fréquence : 50 Hz à 400 Hz
Consommation : 40 VA
Entrée batterie 12 V :
Uniquement pour le pilote; pôle négatif à la masse. Consommation 300 mA environ.

Compteur horaire :

indication jusqu'à 50 000 heures

Fiabilité : MTBF > 16 000 heures

Dimensions hors tout :

Encombrement : 4 U standard 19 "
Hauteur : 195 mm
Largeur : 480 mm
Profondeur hors tout : 430 mm
Masse : 12 kg environ

Environnement :

Fonctionnement : 0 à 50°C
Stockage : -20°C à +70°C

6203

PILOTAGE D'EMETTEURS ONDES COURTES

EXEMPLE DE REALISATION

ADRET ELECTRONIQUE a réalisé un ensemble de pilotage pour le centre de diffusion **Ondes Courtes** d'ISSOUDUN. Réparti en 3 baies, (2 baies pilotes, 1 baie commutation) ; il comprend principalement 10 pilotes synthétisés **6203**, 10 programmeurs 212T, 10 tiroirs d'identification, 10 tiroirs amplificateurs, 1 tiroir pilote haute stabilité, 1 tiroir fréquencemètre et 1 tiroir d'interface (Fig. 1).

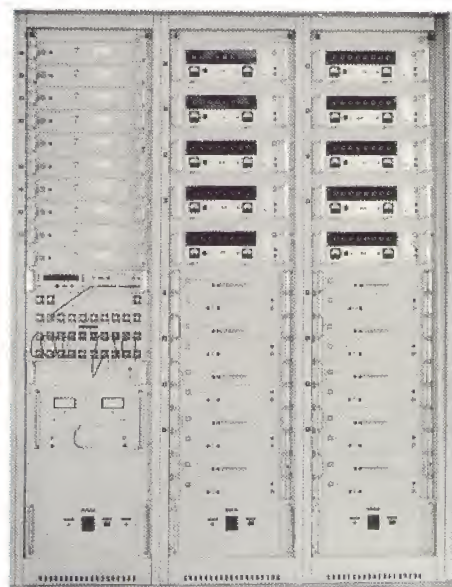


Fig. 1 Baies de pilotage « ISSOUDUN » O.R.T.F.

Cet ensemble permet le pilotage de 10 émetteurs dont le principe d'exploitation d'une voie est illustré par la figure 2.

Le pilote type 922 délivre à chaque synthétiseur une fréquence d'asservissement de 5 MHz. De la sorte, les fréquences délivrées par les 10 synthétiseurs sont toutes synchrones.

Par ailleurs, chaque 6203 reçoit l'un des 8 codes de programmation en provenance d'une mémoire (programmeur 212 T). Pour chaque programmeur, le passage

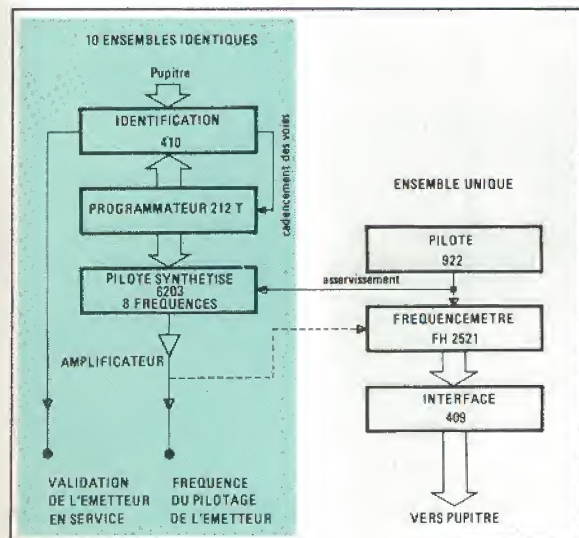


Fig. 2. Principe d'exploitation d'une voie

d'une voie à l'autre s'effectue soit en mode LOCAL directement à partir du 212 T, soit en mode DISTANCE/LOCAL à partir du pupitre, soit en mode DISTANCE / AUTOMATIQUE également à partir du pupitre. Dans ce dernier mode de fonctionnement, un système de scrutation

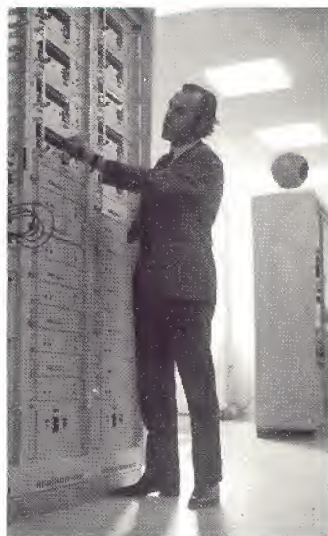
(tiroir identification), effectue une corrélation entre les codes issus du pupitre et ceux mis en mémoire par le programmeur. Dès qu'il y a corrélation entre les deux codes, la scrutation est interrompue et l'émetteur correspondant est validé.

D'autre part, le fréquencemètre per-

met à tout moment, soit le contrôle des fréquences d'asservissement (5 MHz), soit le contrôle des fréquences de pilotage directement ou par l'intermédiaire d'un commutateur coaxial télécommandé à partir du pupitre.

Le code DCB correspondant à chaque fréquence mesurée est, par l'intermédiaire du tiroir « interface », renvoyé sur le pupitre.

Il est à noter que l'équipement comprend 10 ensembles de pilotage pour 8 émetteurs. Il y a donc 2 ensembles de secours. L'aiguillage s'effectuant à partir d'une platine de commutation située sur l'armoire dite de commutation. Chacun des 8 émetteurs peut donc être piloté par 8 fréquences au choix, mises en mémoire à partir du 212 T et ceci dans la gamme de 100 kHz à 32 MHz. Il est à noter qu'à partir de la platine de commutation l'entrée d'un amplificateur correspondant à un émetteur donné, peut être commutée à l'un des 10 synthétiseurs, ce qui accroît notablement les combinaisons possibles.



6204

PILOTAGE D'EMETTEURS EN MODE F1

Traditionnellement, ce genre d'émetteur est équipé par des pilotes de conception analogique. En fait, il en existe deux types, le pilote à gamme continue et le pilote à quartz.

Le pilote à gamme continue a pour lui l'avantage de la souplesse d'utilisation, mais il est incapable d'assurer une stabilité et une précision de fréquence compatibles avec une exploitation rationnelle des liaisons radioélectriques modernes. Il est donc de plus en plus remplacé par le pilote à quartz qui procure la précision et la stabilité requises. Chaque changement de fréquence nécessite alors l'approvisionnement d'un nouveau quartz et souvent le retour du pilote en usine, ce qui entraîne généralement une immobilisation assez prolongée. De

plus, sur ces pilotes, le réglage de la valeur du SHIFT (décalage) est délicat et doit être fréquemment contrôlé et ajusté.

Pour répondre à ces exigences, ADRET Electronique a spécialement étudié et développé le modèle 6204 qui allie l'avantage du pilote à gamme continue (souplesse des changements de fréquence), à celui du pilote à quartz (grande précision et stabilité). En y ajoutant la précision du SHIFT qui est élaboré numériquement avec la précision du maître oscillateur incorporé, la distorsion télégraphique (définie par la réglementation du CCIR) est donc réduite au minimum.

Le 6204 permet également le pilo-

tage de 4 émetteurs par l'intermédiaire de 4 sorties commutées.

L'affichage du SHIFT comprend 4 positions mais toutes les valeurs comprises entre 100 Hz et 1000 Hz au pas de 100 Hz sont possibles, simplement par déplacement de diodes sur une matrice (voir figure 1).

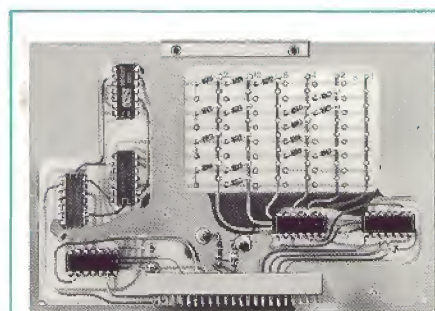


Fig. 1

En outre, la programmation numérique de la fréquence, du taux de division de la fréquence, du choix de l'émetteur et de l'arrêt/marche, confère à cet appareil une souplesse d'utilisation inconnue jusqu'à ce jour.

Enfin, le code télégraphique déterminant les fréquences « haute » et « basse » du SHIFT, est traité par un circuit opto-électronique garantissant une isolation parfaite entre le synthétiseur et la ligne télégraphique.

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Fréquence

Gamme : 100 kHz à 32 MHz

Résolution : 10 Hz

Affichage : numérique par 7 commutateurs décimaux, l'affichage de la fréquence sur le panneau avant correspond à la « pseudo-fréquence » quel que soit le SHIFT choisi.

Shift :

- **4 valeurs de Shift**, de 100 Hz à 1000 Hz, au pas de 100 Hz peuvent être déterminées par un programme inclus dans l'appareil (matrice à diodes). Une 5ème position permet le fonctionnement en CW.
- **Temps de transition**, de la fréquence basse à la fréquence haute, réglable en fonction de la vitesse de transmission, (de 50 à 250 bauds), de façon à délivrer un spectre de fréquence conforme aux réglementations du CCIR.
- **Entrée télégraphique** : entrée flottante 48 V (+ 10 %, - 25 %), compatible « simple et double courant ». L'isolement entre l'appareil et la ligne est assuré par un coupleur opto-électronique, ce qui garantit un isolement de + 500 volts. Impédance d'entrée 2.400 Ω (20 mA sur 48 V).
- **Distorsion télégraphique**, n'excède pas 5 % à la vitesse maximum de manipulation.

Stabilité en fréquence

- $2 \cdot 10^{-8}$ / 24 h après 72 h de fonctionnement
- $5 \cdot 10^{-9}$ / 24 h après 3 mois de fonctionnement ininterrompu.
- **asservissement extérieur** : un comparateur de phase incorporé permet d'asservir le maître oscillateur sur une fréquence étalon extérieure de 5 MHz $\pm 3 \cdot 10^{-7}$. Niveau 200 mV à 1 V eff. sur charge 50 Ω .

Niveau de sortie

Visualisé par galvanomètre :
Un voyant s'allume pour $U \geq 900$ mV eff. sur charge adaptée :

Sortie « 1 » variable de 0,5 V à 1,5 V eff. sur charge adaptée de 50 Ω

Sortie « 2 » variable de 30 à 100 mV eff. sur charge adaptée de 50 Ω .

Sortie « 3 » vers les 4 émetteurs avec possibilité de division de la fréquence par 2 ou 3, sur charge adaptée de 50 ou 75 Ω .

Réponse amplitude/fréquence

$\pm 0,8$ dB, de 100 kHz à 32 MHz sur la sortie « 1 »

$\pm 1,5$ dB, de 100 kHz à 32 MHz sur les sorties E1, E2, E3 et E4 (sorties 2 et 3).

Pureté spectrale

Bruit de phase mesuré dans une bande de 1 Hz,
à 100 Hz de la porteuse ≤ -100 dB
à 1 kHz de la porteuse ≤ -110 dB

Bruit de phase TBF : $\theta = f(t)$.
écart de phase max. $\leq \pm 0,1^\circ$

Composantes non harmoniques :
 ≤ -70 dB

Composantes harmoniques : ≤ -34 dB

Programmation numérique

- **de la fréquence**
7 chiffres codés DCB 1-2-4-8
niveau logique « 0 »
- 1 V à + 0,1 V
niveau logique « 1 »
+ 2,5 V à + 7,5 V
impédance : 4,7 k Ω ± 20 %
temps d'acquisition : 5 ms
- **du taux de division de l'émetteur**
division par 1
division par 2
division par 3
- **du choix de l'émetteur**
émetteur 1
émetteur 2
émetteur 3
émetteur 4

Télécommande de l'arrêt/marche

Marche : Niveau 0 ou non raccordé

Arrêt : Niveau 1

Alimentation

Tension réseau
115 V - 127 V et 220 V ± 10 %

Tension convertisseur à signaux carrés :
155 V crête

fréquence : 50 Hz à 400 Hz

Consommation : 40 VA

Batterie 12 V

Uniquement pour le pilote pôle négatif à la masse. Consommation 300 mA environ.

Compteur horaire

Indication jusqu'à 50 000 heures

Fiabilité : MTBF > 16 000 heures

Dimensions hors tout

Encombrement : 4 U Standard 19"

Hauteur : 195 mm

Largeur : 480 mm

Profondeur hors tout : 430 mm

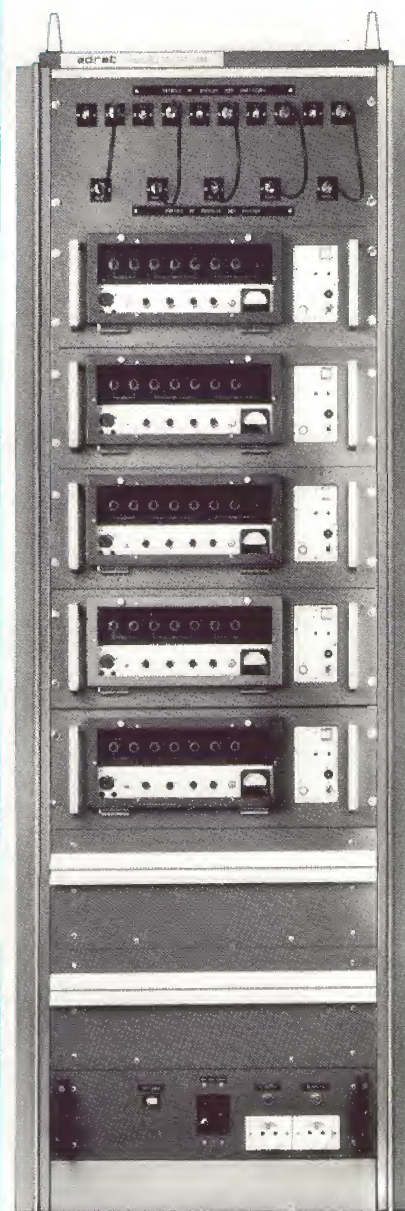
Masse : 12 kg environ

Environnement

Fonctionnement 0 à 50°C

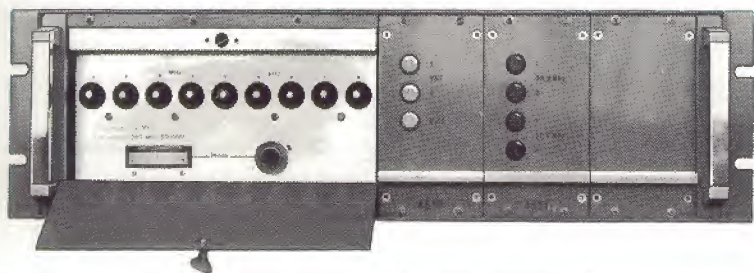
Stockage - 20°C à + 70°C

BAIE DE REGROUPEMENT POUR 6204



L'équipement comprend de 1 à 5 pilotes pour 10 émetteurs. Le mixage s'effectue à partir d'une platine de commutation située sur la partie supérieure de la baie. Chacun des 10 émetteurs peut donc être piloté par 5 fréquences au choix.

La Baie 230 est destinée au pilotage d'émetteurs à modulation télégraphique à partir de pilotes synthétisés ADRET type 6204.



4500

PILOTE D'EMETTEUR TV BANDE III

En matière de pilotage d'émetteur TV, les problèmes de stabilité de fréquence deviennent de plus en plus cruciaux. De plus, il faut prévoir systématiquement la possibilité d'effectuer des décalages de ligne et, souvent même, des décalages de trame. Ce n'est qu'à ce prix que les brouillages entre émetteurs peuvent être réduits.

Les pilotes à quartz utilisés jusqu'à présent pour le pilotage des émetteurs manquent évidemment de souplesse pour effectuer de tels décalages. Les générateurs synthétiseurs de fréquence étant largement utilisés dans les réseaux à titre de dépannage, (remplacement d'un pilote déficient), Adret Electronique a développé des synthétiseurs spécialement destinés au pilotage des émetteurs TV. A titre d'exemple le 4500 décrit ci-dessous est destiné au pilotage des émetteurs TV de la bande III.

Grâce à sa structure modulaire, la série 4500 peut équiper soit les émetteurs à modulation sur fréquences intermédiaires (émetteurs à 3 fréquences de la nouvelle génération, c'est-à-dire fréquence de transposition plus fréquences intermédiaires IMAGE et SON), soit les émetteurs à modulation directe sur les fréquences porteuses (émetteurs à 2 fréquences équipant le réseau actuel, c'est-à-dire fréquences porteuses IMAGE et SON).

Les fréquences intermédiaires IMAGE et SON délivrées par le synthétiseur sont évidemment fixes et adaptées au standard, leur changement s'effectuant simplement par le remplacement du module correspondant. Les fréquences porteuses IMAGE et SON ainsi que la fréquence de transposition sont affichées directement sous forme numérique avec une résolution de 1 Hz,

Fréquences délivrées

- par le bâti de base
Gamme : 43,333 333 à 96,666 666 MHz.
Résolution : 0,3 Hz

Affichage :

- Numérique avec 8 chiffres significatifs.
- Par le module F1
Fréquences intermédiaires IMAGE et SON : fonction du standard.
- Par le module diviseur
Taux variable en fonction de l'émetteur.

Asservissement du pilote interne

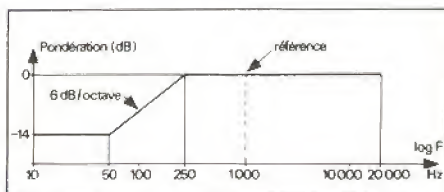
- Fréquence extérieure : 5 MHz
- Niveau : 200 mV eff. à 1 V eff. sur 50 Ω
- Mise en phase par potentiomètre 10 tours, visualisation du déphasage sur galvanomètre incorporé.

Stabilité

- $5 \cdot 10^{-9}$ par jour
après 3 mois de fonctionnement
- $2 \cdot 10^{-8}$ par jour
après 72 H de fonctionnement
- $1 \cdot 10^{-7}$ sur 3 mois

Pureté spectrale

- Raies cohérentes plus bruit ératique de 20 Hz à 20 kHz.
- Le rapport SSB/C global pondéré par la courbe ci-dessous : inférieure à -50 dB.

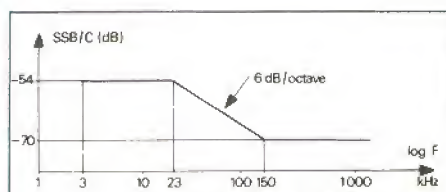


mais la fréquence délivrée par le synthétiseur est celle affichée divisée par 3 de façon à tenir compte d'une multiplication par 3 qui s'effectue au niveau de l'émetteur.

Dans le cas d'un taux de multiplication différent de 3, la série 4500 peut être équipée d'un module diviseur par 2, 3, 4, 6 ou 8 (par exemple).

Une résolution en fréquence de 1 Hz permet d'effectuer un décalage en vue d'optimiser la valeur des

Raies cohérentes entre 3 kHz et 1 MHz de la porteuse, elles tiennent dans le gabarit ci-dessous :



Distorsion harmonique : < 10 %

Niveau de sortie

- Fréquences synthétisées :
0,9 V à 1,1 V eff/50 Ω
- Fréquence de référence 5 MHz :
0,5 V eff/50 Ω

Télésignalisation

- Boucle fermée en cas d'absence soit de la batterie, soit du signal sortie.

Alimentation

- Secteur : 110-125 - 220-250 V \pm 10 %
- Fréquence : 50/60 Hz
- Consommation : 40 VA
- Batterie : 12 V \pm 1 V uniquement pour le pilote.

Environnement

- Fonctionnement : +10° C à 50° C
- Stockage : -10° C à 70° C
- Induction magnétique à 50 Hz :
 $5 \cdot 10^{-5}$ tesla eff.

Dimensions

- Coffret Rack : 19"
- Hauteur : 3 U (133 mm)
- Largeur : 480 mm Profondeur : 380 mm
- Masse : 15 Kg

fréquences d'émission (transposition ou porteuse) et ainsi de s'affranchir des interférences dues à des émetteurs voisins.

Les fréquences délivrées par les pilotes synthétisés de la série 4500 sont toutes synchrones puisque issues d'une source étalon unique, constituée d'un maître oscillateur à quartz en enceinte thermostatée qui peut éventuellement être asservie sur une source extérieure de 5 MHz (cas des réseaux synchronisés).

5104

**PILOTE SYNTHÉTISE
PROGRAMMABLE POUR SOURCES
SOLIDES HYPERFREQUENCE**



Les sources solides utilisées en hyperfréquence sont généralement associées à un quartz qui, compte tenu du facteur de multiplication de la source, détermine la fréquence de sortie.

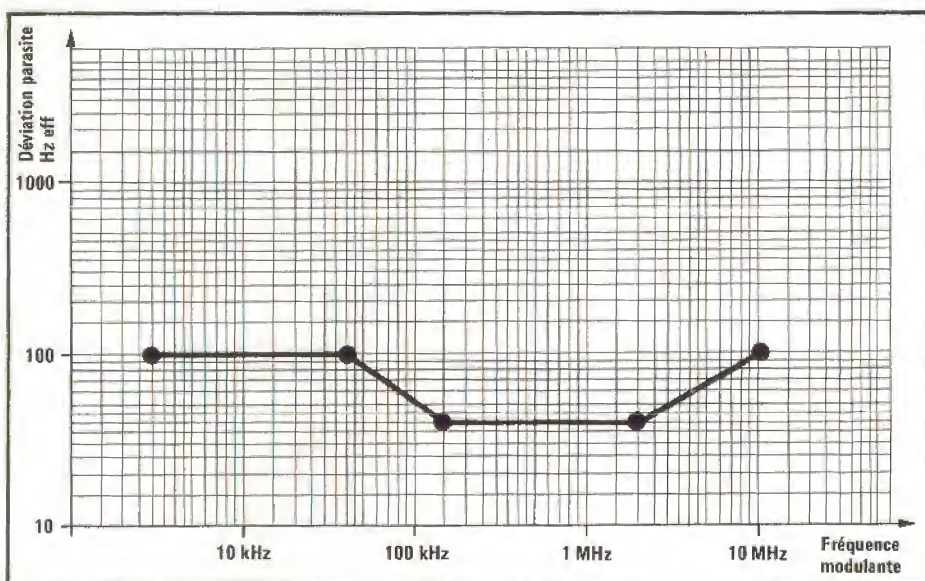
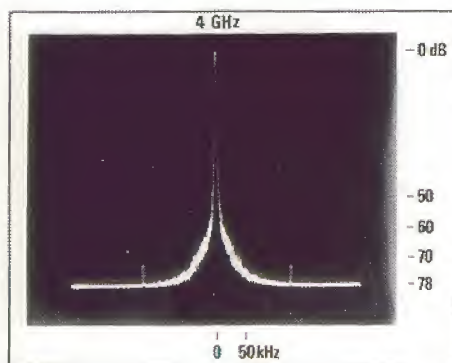
ADRET a développé un synthétiseur à haute pureté spectrale destiné à remplacer le ou les quartz normalement prévus, permettant donc un changement de fréquence pratiquement instantané, et éventuellement programmable, en conservant de très bonnes spécifications de bruit.

Ce synthétiseur se présente sous la forme d'un tiroir 3 U de haut, 1/2 rack, alimenté par le secteur 220 V: 50 Hz. La face avant de l'appareil comporte 6 commutateurs permettant d'afficher une fréquence de pilotage comprise entre 97 et 108 MHz avec une résolution de 10 Hz. Le synthétiseur peut être éventuellement livré avec une gamme de fréquence décentrée légèrement vers le haut ou vers le bas, par exemple 94 - 106 MHz.

Bruit mesuré à la sortie de la source «phase lock» ; F synthétisée : 102,56410 — F source : 4 GHz — Taux de multiplication : 39 — Bande mesure : 1 kHz — Dispersion : 20 kHz/cm.



Gabarit dans lequel tient la déviation de fréquence efficace parasite, fonction de la fréquence modulante et mesurée dans une bande de 1,74 kHz. (fréquence = 4.143,412 MHz). Taux de multiplication de la source associée : 39.



CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

Gamme de fréquence : 90 à 120 MHz
Résolution : 10 Hz
Affichage numérique, à l'aide de 6 commutateurs.
Stabilité : $5 \cdot 10^{-9}$ par jour
Composante harmonique > -30 dB
Composante non harmonique > -80 dB (typique - 85 dB).
Programmation : Code DCB 1-2-4-8
Temps d'acquisition : 200 ms
Niveau de sortie : +13 dBm, 50 ohms
Bruit de phase
 ramené dans une bande de 1 Hz
 à 100 Hz > -95 dB
 1 kHz > -110 dB
 10 kHz > -125 dB
 100 kHz > -130 dB
Alimentation : 220 V — 50 Hz
DIMENSIONS :
 Hauteur : 105 mm
 Largeur : 180 mm
 Profondeur : 400 mm

POLITIQUE OEM

Les instruments qui figurent dans cette rubrique ne sont que des exemples de réalisation de synthétiseurs incorporés dans des équipements.

La Société Adret Electronique a réalisé une très grande quantité de synthétiseurs pour le pilotage des émetteurs de radio-diffusion, de télévision ou de toute autre nature nécessitant une très grande pureté et stabilité de fréquence ainsi qu'un changement rapide de fréquence.

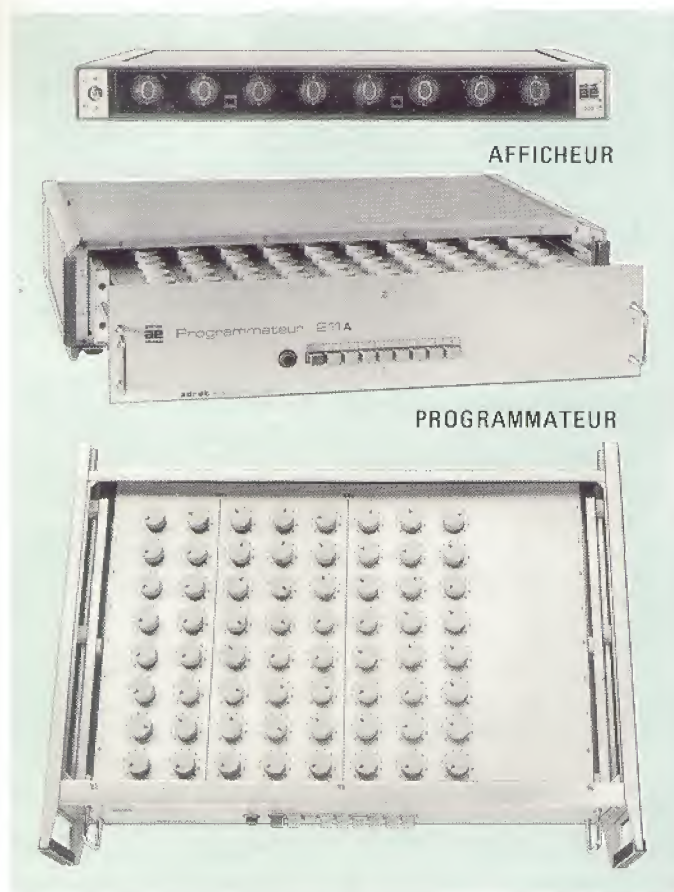
Toute consultation sera examinée avec attention par les spécialistes de la société Adret Electronique et une proposition sera systématiquement transmise chaque fois que les spécifications du cahier des charges correspondront aux connaissances techniques de la Société.



Les périphériques et accessoires apportent à l'utilisateur des solutions simples mais efficaces à bien des problèmes particuliers de mesures, de test, de contrôle et d'exploitation.

PROGRAMMATEURS ET AFFICHEURS STANDARD

Une caractéristique commune à tous les instruments de cette gamme est leur possibilité de «PROGRAMMATION».



En vue d'offrir à tous les utilisateurs les possibilités d'exploiter cette vertu intrinsèque des générateurs-synthétiseurs ADRET, dans des conditions particulièrement économiques, des ensembles «programmeur + afficheur», adaptés à chaque instrument de base, ont été conçus.

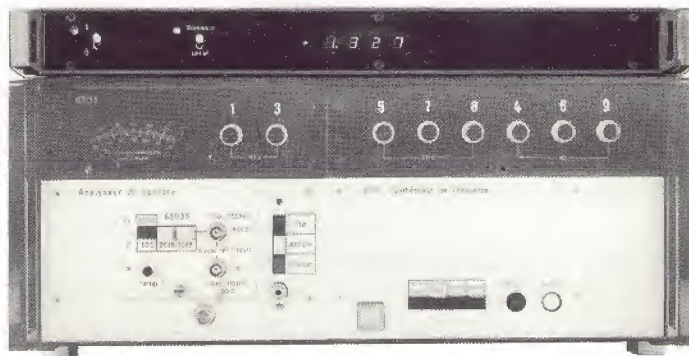
Synthétiseurs	302 B	302	201	201 SB	6203
Programmateurs	311	311	211 211A	211 211A	212
Afficheurs	321	321	221	221	222

Ci-dessus, tableau de correspondance entre ces instruments et équipements périphériques.

Les programmeurs type A (211 A, 212 A...) permettent la double programmation, pour chaque signal, de la fréquence et du niveau en association avec un atténuateur programmé tel que par exemple l'AP 401 (Voir page 35).

VISUALISATION 63030

L'unité de visualisation 63030 effectue la conversion analogique/numérique de la tension continue représentant le niveau du signal analysé par le Mesureur Hétérodyne 6303 (voir page 23).



Largement exploitée dans les ensembles de tests automatiques, dispositifs de télécommande, calcul, etc... cette vertu n'en demeure pas moins fort utile dans de nombreuses applications scientifiques et techniques (mesures de laboratoire) ou industrielles (contrôles de production) et, plus généralement, chaque fois que certaines valeurs de fréquence, de tension, de phase, ... sont utilisées de façon répétitive ou périodique.

Il serait illusoire de ne voir qu'une simple manifestation de «goût du confort» là où le souci d'efficacité se traduit sous deux aspects essentiels :

Le gain de temps et l'élimination des risques d'erreurs.

La mesure effectuée par le 6303 est ainsi à la fois affichée numériquement en dB ou en Volt sur le panneau avant du 63030, et disponible sous forme de codes BCD parallèles (logique TTL) à l'arrière de cet accessoire.

INTERFACE 414 (ASCII / BCD parallèle)

Bien que la programmation en code BCD parallèle soit actuellement la plus répandue, la nécessité d'interconnecter des instruments parfois éloignés les uns des autres rend intéressante l'utilisation du code ASCII, particulièrement bien adapté à la programmation des instruments incorporés dans un Système. En effet, la programmation d'instruments à l'aide de ce code s'effectue par une voie omnibus bidirectionnelle comprenant huit lignes destinées à la gestion du Système, et huit lignes véhiculant l'information à transmettre.



L'interface Adret 414 permet la programmation en code ASCII des instruments programmables en code BCD parallèle.

Les informations transmises à l'interface par la voie omnibus ASCII sont transformées en code BCD parallèle, puis délivrées à l'instrument programmé par l'interface à l'aide de deux registres de capacités 12 digits et 4 digits.

L'information délivrée par les registres peut être exprimée en logique TTL positive ou négative, ce qui rend l'interface compatible avec tout instrument programmable en code BCD parallèle utilisant la logique TTL.

La liaison avec la voie omnibus ASCII est également effectuée en logique TTL, et des photocoupleurs permettent de séparer la masse de chaque instrument programmé par l'interface de celle de la voie omnibus.

FORMEUR D'IMPULSIONS – 293

Compatible avec les instruments 301, 201 et 201 SB, il transforme ces appareils en générateurs de signaux carrés et d'impulsions. Délivrant deux signaux complémentaires, il trouve une de ses principales applications dans le test des circuits logiques (permet d'attaquer 4 charges standard DTL ou TTL).

COMPARATEUR DE PHASE – 295

Cet accessoire est compatible avec le modèle 201.

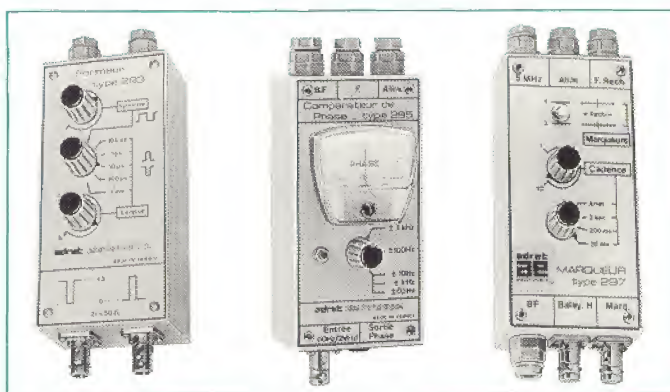
Il délivre une tension directement proportionnelle au déphasage existant entre le Générateur-Synthétiseur et une source de fréquence extérieure.

Cette tension, affichée sur un galvanomètre incorporé, peut alors être utilisée pour asservir les 2 sources de fréquence l'une par rapport à l'autre.

La fréquence du générateur comprenant un sous-multiple d'un signal nécessaire au procédé de synthèse, cet accessoire trouve de très intéressantes applications en tant que «fréquence-mètre actif» «multiplicateur de dérive». (Voir applications page 48).

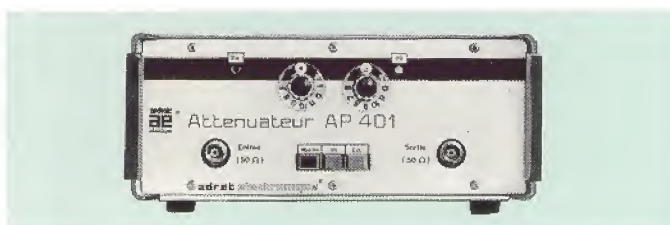
WOBLATEUR MARQUEUR – 297

Permet, d'une part, de wobuler linéairement le 201 utilisé en fonction RECHERCHE, le transformant ainsi en wobulateur et, d'autre part, de générer des signaux de marquage. L'emplacement des marqueurs correspond à 20 % ou 100 % de la demi-déviante de fréquence correspondant à la touche RECHERCHE enfoncée. (Voir applications page 47).



ATTENUATEUR PROGRAMME – 401

Cet accessoire est compatible avec tous les Générateurs Synthétiseurs. Couvrant la gamme 0 à 60 MHz (utilisable jusqu'à 100 MHz), il permet d'atténuer l'amplitude du signal délivré de 0 à 99 dB, par pas de 1 dB.



Il peut être commandé en mode manuel à l'aide de deux commutateurs numériques ou programmé à distance par des signaux numériques en code DCB. Il s'insère naturellement dans des ensembles automatiques où l'ensemble des paramètres électriques (tension, fréquence, phase, ...) doivent être programmés. (Voir applications page 46).

CADENCEUR AUTOMATIQUE 402

Accessoire des programmeurs standard 311, 211, 211 A, 212, 112, il permet la sélection manuelle (avance pas à pas) ou automatique (cycle à cadence réglable de 0,15 s à 5 s par pas) de 8 valeurs de fréquence et/ou de tension prédéterminées.





QU'EST-CE QU'UN GENERATEUR DE FREQUENCE

Un générateur de fréquence c'est, avant tout, un oscillateur aussi stable que possible pouvant délivrer un grand nombre de fréquences. Or, en matière d'oscillateur, celui qui offre le plus de garantie tant en précision qu'en stabilité, c'est l'oscillateur à quartz, mais, en contre partie de sa grande stabilité, ce type d'oscillateur ne peut résonner que sur une seule fréquence : d'où la nécessité, pour couvrir une certaine gamme, en conservant les qualités de cet oscillateur, de concevoir des instruments qui, à partir de cette fréquence de référence, seront capables de générer toute valeur désirée à l'intérieur de la dite gamme. Ces instruments, qui procèdent par simples fonctions arithmétiques (addition, soustraction, multiplication et division) de signaux issus de la référence unique, permettent de régler et d'afficher la valeur des fréquences ainsi synthétisées, en clair (numérique décimal) et avec autant de chiffres significatifs que l'on désire, compatibles avec la stabilité de l'oscillateur de référence.

et pourquoi
un
synthetiseur

De tels instruments sont dénommés «Générateurs-synthétiseurs» ou, plus communément, «synthétiseurs».

Conséquence directe des procédés numériques utilisés, les synthétiseurs sont programmables par signaux DCB 1 - 2 - 4 - 8.

De même, l'unité d'affichage (résolution) peut être aussi petite qu'on le désire (couramment de 0,001 Hz à 10 Hz) offrant ainsi une précision de mesure maximale de la T.B.F. aux U.H.F.

A tout moment, et pour toute valeur, la précision et la stabilité

sont celles de l'oscillateur de référence*.

De plus, pour certaines utilisations, il est nécessaire de disposer de signaux de forme complexe (carrés, impulsions etc...) qui sont parfaitement réalisables par un synthétiseur.

Enfin, les techniques de synthèse permettent de réaliser aisément toutes les fonctions nécessaires aux générateurs (modulations AM, FM; wobulation, atténuation,...) et les caractéristiques spectrales des synthétiseurs modernes sont celles des oscillateurs les plus performants.

Différents principes de synthèse de fréquence

Bien qu'il existe un grand nombre de procédés pour obtenir par synthèse une fréquence définie par un certain nombre de chiffres significatifs, la grande majorité, pour ne pas dire la totalité des synthétiseurs de fréquence, utilise, pour la génération de chacun des chiffres, une source de fréquence commutable comportant un certain nombre de valeurs discrètes, dix par exemple.

Ces dix valeurs en progression arithmétique, sont égales à une constante

(fréquence porteuse) majorée de 0, 1, 2...9 fois une autre valeur appelée «pas incrémental».

Deux grands procédés permettent de générer de telles valeurs discrètes de fréquence :

La synthèse directe

La synthèse indirecte

Synthèse directe

La fig. 1 représente à titre d'exemple un générateur à synthèse directe

*A noter qu'il est également toujours possible de substituer à l'oscillateur à quartz incorporé, et pour certaines applications, un standard de fréquence extérieur à très hautes performances (précision et stabilité de 10^{-10} à 10^{-12}).

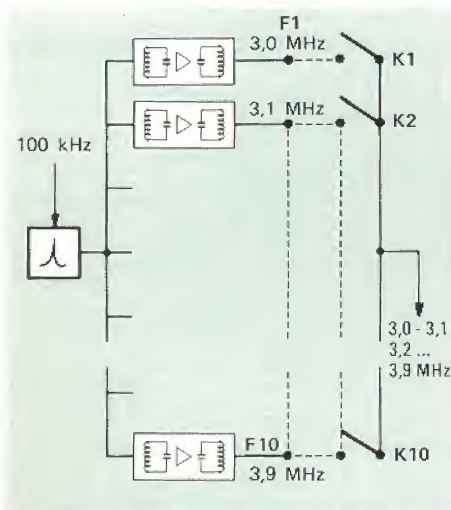


Fig. 1 Principe de la synthèse directe

fournissant dix valeurs discrètes égales à 3 - 3,1 - 3,2...3,9 MHz.

Il est composé essentiellement d'un générateur d'harmoniques fournissant un spectre aussi régulier que possible, comprenant les harmoniques 30 à 39 d'une fréquence de référence 100 kHz, suivi de 10 filtres/amplificateurs, chargés chacun de choisir dans ce spectre l'harmonique correspondant à la fréquence désirée.

Chaque unité d'insertion décimale ou «décade» va ensuite elle-même, par commutation, sélectionner celle des dix fréquences qui correspondra à l'incrément qu'elle doit produire.

Il est aisé de voir qu'une telle structure correspond à un nombre

important de composants, chaque filtre devant comporter au moins 5 à 7 circuits accordés et un ou plusieurs transistors ou circuits intégrés. En outre, les commutateurs statiques devant sélectionner pour chaque décade une des dix fréquences doivent présenter des impédances d'isolement considérables vis-à-vis des neuf autres, posant ainsi des problèmes de technologie et de topologie délicats.

Synthèse indirecte A boucle de phase numérique

La figure 2 représente le principe de la boucle de phase numérique qui constitue le circuit de base des unités d'insertion décimale, ou «décades», utilisées dans les synthétiseurs ADRET.

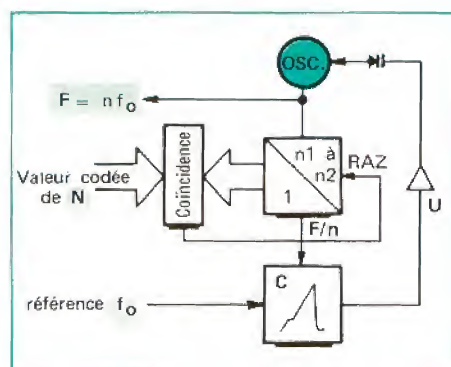


Fig. 2 Boucle de phase numérique

Fig. 3 Principe de la synthèse itérative (génération d'une fréquence entre 0,1 Hz et 99 999,9 Hz par pas de 0,1 Hz)

Un oscillateur OSC délivre une fréquence variable F , cette fréquence est divisée par un compteur dont le taux de division (programmable de $n1$ à $n2$) est rendu variable par l'introduction de la valeur codée N correspondant au chiffre à «synthétiser».

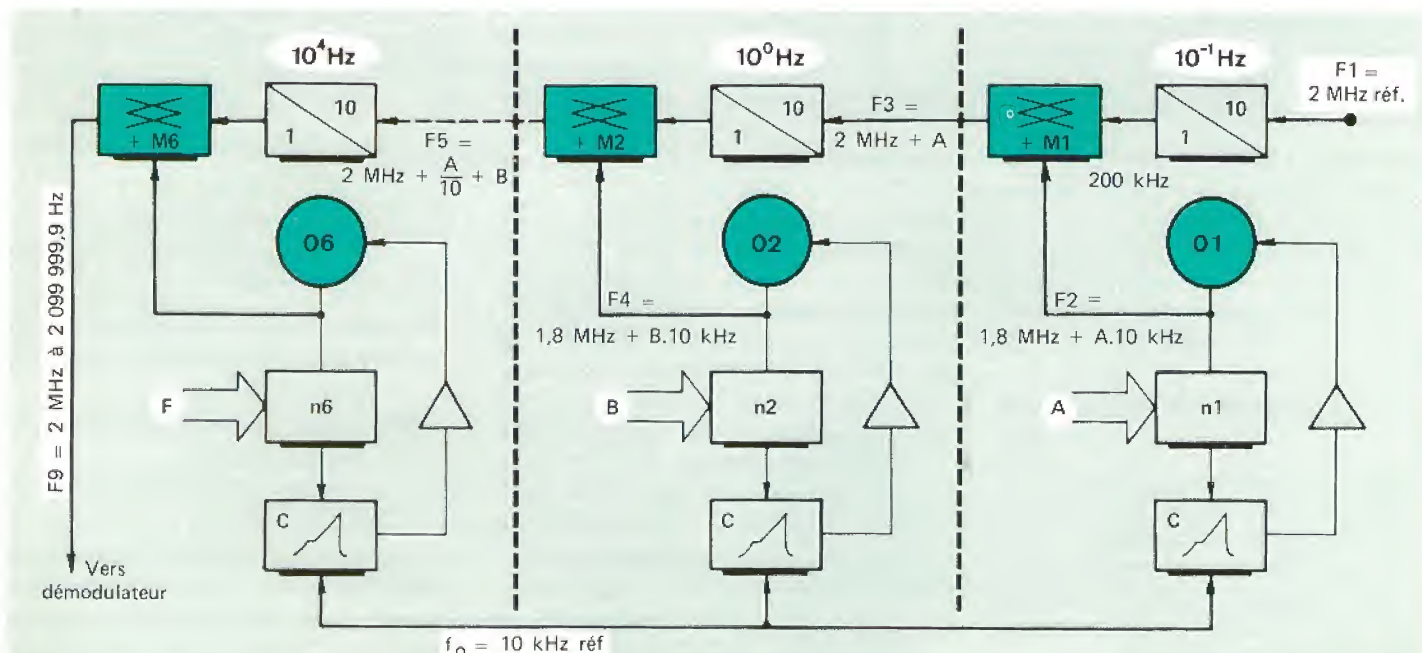
Les états de ce compteur sont comparés par un circuit de coïncidence à la valeur codée en DCB du chiffre N . Dès que le comptage atteint la valeur programmée N , le circuit de coïncidence effectue une remise à zéro du compteur et la fréquence de sortie est bien F/n .

La fréquence F/n ainsi obtenue est comparée à une fréquence de référence f_0 délivrée par la base de temps et la sortie du comparateur délivre alors une tension de commande U qui modifie la fréquence de l'oscillateur de façon à satisfaire l'égalité $F = n f_0$, dans laquelle F possède bien les qualités de précision et de stabilité de l'oscillateur à quartz.

Les avantages d'une telle structure sont évidents car il ne peut y avoir ni ambiguïté sur le rang d'harmonique choisi, ni dérèglement.

Par contre, les impératifs technologiques sont excessivement sévères en ce qui concerne le bruit de phase de la boucle et les résidus de fréquences porteuses présents à la sortie du comparateur de phase.

L'utilisation d'un comparateur de



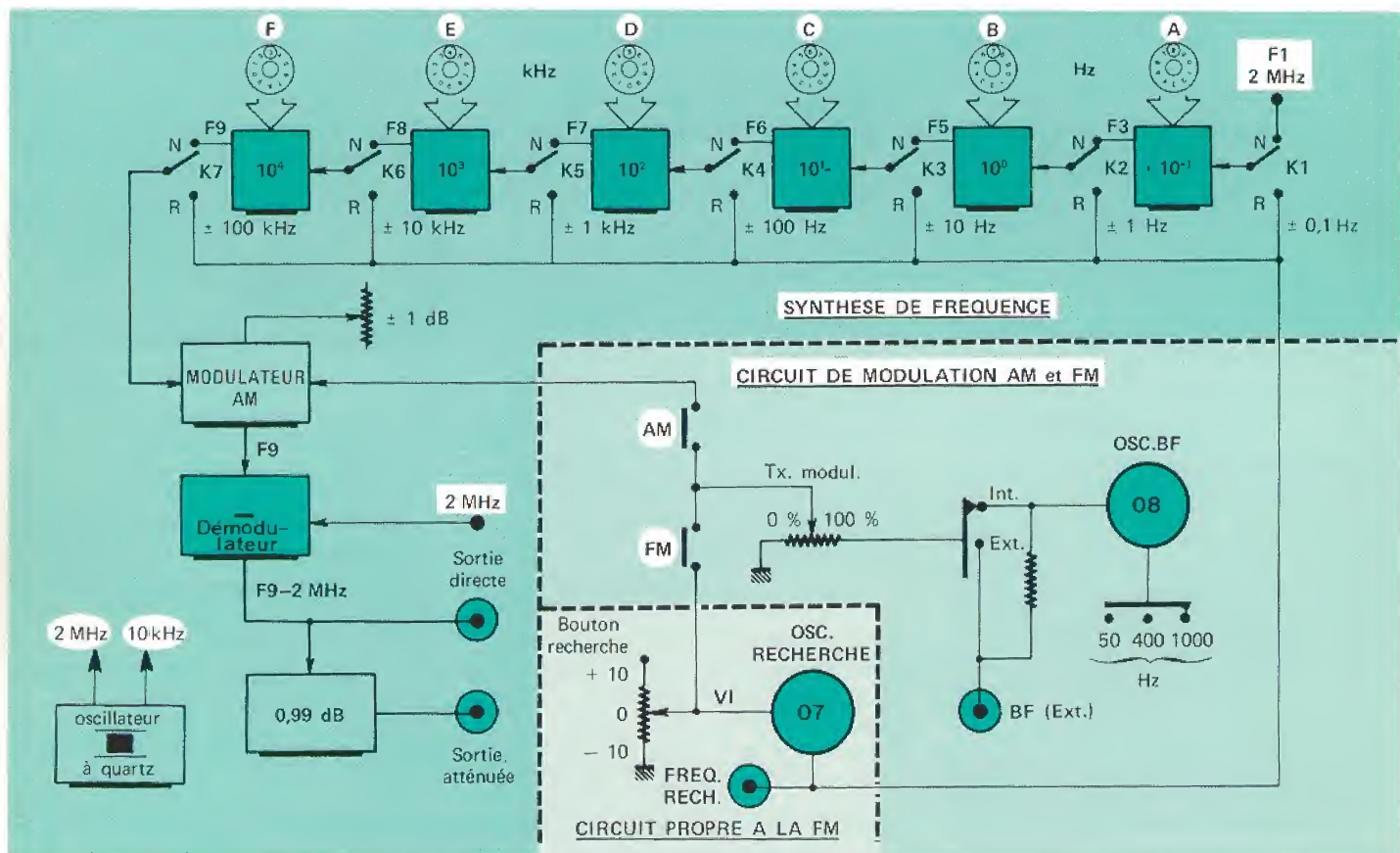


Fig. 4 Synoptique général du générateur synthétiseur

phase « à rampe interrompue » a permis de maîtriser la première difficulté, la seconde ayant trouvé sa solution dans un filtrage parfait de la tension d'alimentation des circuits intégrés et dans la structure des circuits de mise en forme des signaux. Le taux de division d'un tel diviseur peut être par exemple 30 à 39, 180 à 189, etc...

Synthèse itérative de fréquence

Un certain nombre d'unités d'insertion ou décades, sont montées les unes à la suite des autres selon un procédé itératif et chacune d'elles insère son propre incrément comme le montre la figure 3. Cette figure représente un tel assemblage où l'on reconnaît, dans chaque décade, l'oscillateur asservi de la figure 2, un diviseur d'entrée par 10 ainsi qu'un mélangeur.

La base de temps produit une sous-porteuse F_1 , de fréquence 2 MHz, et le diviseur par 10 ramène cette fréquence à 200 kHz. L'oscillateur délivre une fréquence F_2 de 1,8 MHz, majorée de N fois la fréquence de

référence ($f_0 = 10$ kHz), N étant fonction du code correspondant au chiffre à synthétiser A . (Notons, ici, que les chiffres à synthétiser ont été appelés A , puis $B...F$, leur désignation générale restant N pour le principe de l'opération ; ils sont introduits, par exemple manuellement, par l'opérateur qui les affiche sur la face avant du synthétiseur*.)

La fréquence de l'oscillateur varie donc de 1,8 MHz à $1,8 \text{ MHz} + A \cdot 10$ kHz, A étant un entier de 0 à 9, soit une fréquence de 1,8 MHz à 1,89 MHz par pas de 10 kHz. Le mélangeur M_1 , effectue la somme : $200 \text{ kHz} + 1,8 \text{ MHz} + A \cdot 10$ kHz, ce qui donne F_3 , variable de 2 MHz à 2,09 MHz par pas de 10 kHz également.

La fréquence F_3 ainsi élaborée attaque la deuxième décade, constituée de la même façon. La division par 10 donne $200 \text{ kHz} + (A \cdot 10 \text{ kHz} / 10)$, et l'oscillateur O_2 fournit également une fréquence F_4 de 1,8 MHz majorée de N_2 fois la fréquence de référence de 10 kHz ; mais n_2 est, ici, fonction du chiffre à synthétiser

représenté par B ; donc O_2 délivre : $F_4 = 1,8 \text{ MHz} + B \cdot 10$ kHz, avec B toujours compris entre 0 et 9. Le mélangeur M_2 effectue la somme $F_4 + 200 \text{ kHz} + (A \cdot \text{kHz}) = F_5$, soit $F_5 = (200 \text{ kHz} + A \cdot \text{kHz}) + (1,8 \text{ MHz} + B \cdot 10 \text{ kHz})$. On trouve donc que $F_5 = (2 \text{ MHz} + (A \cdot \text{kHz}) + B \cdot 10 \text{ kHz})$ est variable de 2 MHz à 2,099 MHz, en fonction des valeurs codées correspondant aux chiffres à synthétiser A et B .

On constate alors que chaque décade divise par 10 la somme des incréments incidents et insère son propre incrément de fréquence par l'intermédiaire du mélangeur.

Exemple :

Soit à synthétiser la fréquence 34 567,8 Hz. Le tableau suivant, donne l'expression de la fréquence de sortie au niveau de chaque circuit de synthèse. En éliminant de F_5 la sous-porteuse à 2 MHz, on retrouve bien la fréquence synthétisée 34,567,8 Hz, avec une résolution de 0,1 Hz, c'est-à-dire que ce synthé-

* Dans le cas cité, les taux de divisions n_1, n_2 de chaque boucle sont donc compris entre 180 et 189.

tiseur possède une gamme de fréquence s'étendant de 0,1 Hz à 99 999,9 Hz, par pas de 0,1 Hz soit 1 000 000 de fréquences discrètes.

Synthèse de la fréquence 34 567,8 Hz			
Décade	Chiffre	Fréquence	
10^{-1}	8	$F_3 = 2,08$	MHz
10^0	7	$F_5 = 2,078$	MHz
10^1	6	$F_6 = 2,0678$	MHz
10^2	5	$F_7 = 2,05678$	MHz
10^3	4	$F_8 = 2,045678$	MHz
10^4	3	$F_9 = 2,0345678$	MHz

Modulation de fréquence wobulation

Les fréquences délivrées par un synthétiseur étant par définition très stables, la modulation de fréquence (ou la wobulation), du fait même de cette stabilité, ne paraît pas évidente à réaliser. En fait, la modulation de fréquence peut s'effectuer, par exemple, en faisant varier la fréquence d'entrée de l'une des décades, et l'on voit tout de suite que l'excursion maximale sera fonction du rang de la décade où aura lieu cette variation de fréquence, comme le montre la figure 4.

L'entrée de chacune des 6 unités d'insertion reçoit par commutation, soit la fréquence issue de la décade précédente (position N des 7 inverseurs dits de «recherche»), soit le signal délivré par un oscillateur d'interpolation 07 (position R de ces mêmes inverseurs), dont la fréquence peut varier de 1,9 MHz à 2,1 MHz en fonction d'une tension analogique de commande V_1 . De cette façon, la fréquence synthétisée varie en fonction de l'unité attaquée par l'oscillateur 07, comme le montre l'exemple ci-dessous.

Exemple

En positionnant l'inverseur K4 sur R, l'entrée de la décade 10^2 Hz ne reçoit plus la sortie de l'unité d'insertion précédente (10^1 Hz, c'est-à-dire F_6) mais elle reçoit la fréquence de l'oscillateur 07 ; ce qui signifie que la fréquence synthétisée dépend à la fois de l'affichage des commutateurs décimaux 10^4 , 10^3 et 10^2 Hz et de la fréquence délivrée par 07.

Oscillateur d'interpolation (de recherche)

La commande en fréquence de l'oscillateur d'interpolation 07 peut

s'effectuer par l'intermédiaire d'un potentiomètre dit de «recherche», gradué de - 10 à + 10, et la variation de cette fréquence, en fonction du potentiomètre, est celle indiquée par la figure 5.

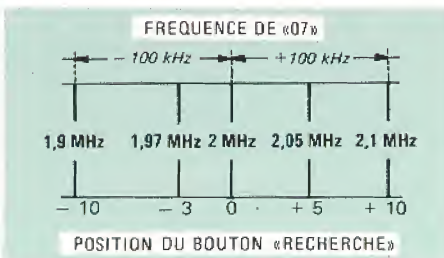


Fig. 5 Variation, en fonction du potentiomètre, de la fréquence qui commande l'oscillateur d'interpolation

Si le potentiomètre est sur une graduation négative, par exemple - 3, la fréquence de l'oscillateur d'interpolation devient 1,97 MHz et la différence $2 \text{ MHz} - 1,97 \text{ MHz} = 30 \text{ kHz}$ concourt à diminuer la fréquence en sortie de l'appareil après avoir été divisé par 1000 (diviseur d'entrée des décades 10^2 Hz, 10^3 Hz et 10^4 Hz). En conséquence, la fréquence synthétisée devient dans ce cas-là :

$$34,5 \text{ kHz} - 30 \text{ kHz}/10^3 = 34,47 \text{ kHz}$$

En conclusion, le rang de l'unité d'insertion attaquée par l'oscillateur d'interpolation détermine une certaine excursion de fréquence possible autour de la fréquence affichée. Cette excursion dépend ensuite de la fréquence de l'oscillateur d'interpolation qui, comme nous l'avons vu plus haut, est commandée par un potentiomètre gradué mais peut également être fonction d'une tension analogique interne (oscillateur BF) ou de tous signaux extérieurs, comme le montre la figure 4.

Cette illustration montre que la tension BF interne (oscillateur 08) ou externe est tout d'abord dosée par un potentiomètre gradué de 0 à 100 % (Tx modulation), qui définit ainsi la déviation maximum de fréquence, autorisée à l'intérieur de chacune des bandes de fréquence dépendant de chaque décade et sélectionnée par les inverseurs K1 à K7.

En reprenant l'exemple précédent :

- Fréquence affichée : 34,5678 kHz
- Inverseur K4 sur R
- Potentiomètre «recherche» sur + 5 (ce qui détermine une fréquence centrale de 34,55 kHz).

Si le bouton Tx modulation est sur 40 %, la variation de fréquence sera de $\pm 40 \text{ Hz}$, c'est-à-dire $\pm 40 \%$ de l'excursion affichée, qui est ici de 100 Hz ; cette variation s'effectuera, soit à la vitesse de l'une des fréquences de l'oscillateur BF interne, soit par l'intermédiaire d'un signal extérieur, délivré par exemple, par la rampe de l'accessoire type 297 qui permet également la superposition de marqueurs. (Voir applications page 41).

De plus, la fréquence recherche étant disponible à l'arrière du synthétiseur, sa mesure au fréquence-mètre permet de reconstituer exactement la fréquence centrale affichée, c'est-à-dire d'ajouter les incréments éliminés par la manœuvre de K4 sur R, ce qui s'obtient en positionnant le bouton RECHERCHE entre 6 et 7 jusqu'à lire une fréquence de 2,0678 MHz par exemple.

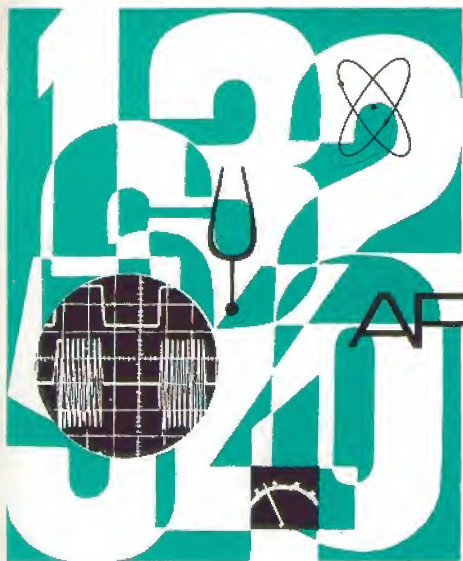
La connaissance de la fréquence de l'oscillateur d'interpolation conduit également à des applications très intéressantes dont certaines sont décrites au chapitre Applications page 51.

- Multiplicateur d'erreur
- Expansur de dérive
- Résolution portée au millième de Hertz.

Modulation d'amplitude

Pour effectuer une modulation d'amplitude, il suffit de faire varier l'amplitude du signal HF au rythme d'un signal basse fréquence. Sur un générateur synthétiseur, cette modulation d'amplitude s'effectue très simplement en faisant passer la fréquence issue de la dernière décade à travers un modulateur qui reçoit, par ailleurs, la tension BF de modulation. Le principe de cette fonction est illustré par la figure 4 qui reproduit le synoptique général du générateur synthétiseur décrit dans ce chapitre.

Sur cette figure, on voit que les circuits de modulation d'amplitude sont les mêmes que dans le cas de la modulation de fréquence puisqu'il suffit d'enclencher la touche AM et que, de ce fait, la tension de modulation appliquée au modulateur AM est issue du potentiomètre «Tx modulation».



QUELQUES APPLICATIONS TYPIQUES DES GENERATEURS-SYNTHETISEURS DE FREQUENCE

contrôle automatique de filtres

Une « position de contrôle »* de filtre, non synthétisée, comporte entre autre un générateur analogique (RC ou LC), associé à un fréquencemètre. Chaque changement de fréquence nécessite un ajustage plus ou moins délicat de cette dernière, ce qui conduit à des temps de contrôle longs et coûteux. Une position synthétisée permet de les réduire considérablement, tout en augmentant la qualité du travail effectué, du fait de la précision et de la fidélité des synthétiseurs programmables.

intervalles de temps indéterminés du fait de l'affichage sous forme numérique de chaque fréquence.

Avec les générateurs-synthétiseurs ADRET, il est possible de passer à un stade encore plus évolué d'automatisme où l'intervention humaine se limite à l'observation de l'aiguille d'un galvanomètre se déplaçant dans une zone déterminée, comme le montre la figure 1.

Dans ce cas, la programmation de chaque voie s'effectue non seulement en fréquence mais également en niveau grâce à l'atténuateur programmé AP. 401. Si la programmation, en niveau de chacune des voies correspond à la courbe de réponse **inverse** du filtre, la tension lue sur le voltmètre doit être constante à la tolérance près, qui peut être matérialisée par une zone hachurée. De cette façon, l'intervention de l'opérateur se résume à rejeter tout filtre faisant dévier l'aiguille du voltmètre en dehors de la zone d'acceptance (système GO / NO - GO).

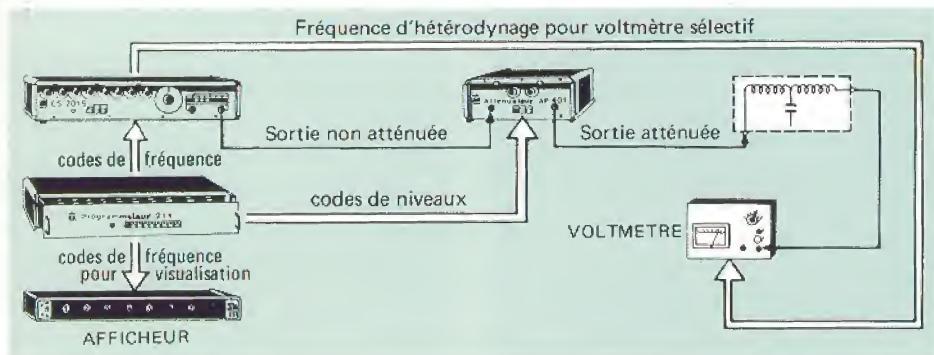
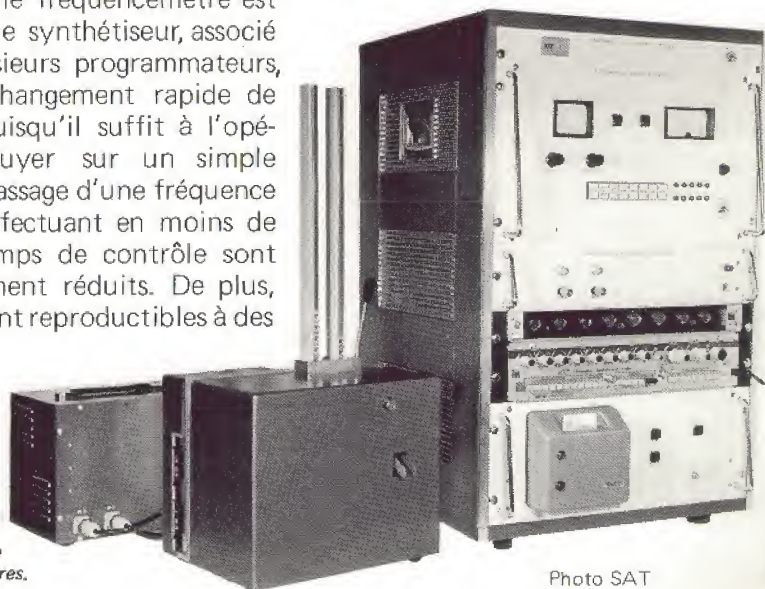


Fig. 1 - Double programmation niveau/fréquence et pilotage d'un voltmètre sélectif.

UTILISATION D'UN SYNTHETISEUR

Dans ce cas, le fréquencemètre est supprimé et le synthétiseur, associé à un ou plusieurs programmeurs, permet un changement rapide de fréquence, puisqu'il suffit à l'opérateur d'appuyer sur un simple bouton. Le passage d'une fréquence à l'autre s'effectuant en moins de 5 ms, les temps de contrôle sont considérablement réduits. De plus, les mesures sont reproductibles à des



Banc automatique de contrôle de filtres.

*Poste de contrôle

Le dispositif décrit ci-dessus permet donc le contrôle d'un filtre avec 8 points de mesure et jusqu'à une atténuation de 50 à 60 dB (voltmètre/décibelmètre à large bande), ou 120 dB (voltmètre/décibelmètre sélectif). Le voltmètre sélectif, di-

rectement piloté en fréquence par le générateur, réduit la bande de mesure à ± 50 Hz, ce qui permet de s'affranchir du bruit, des fréquences indésirables et des parasites éventuels. Dans ce dernier cas, le générateur-synthétiseur type 201 SB est parti-

culièrement bien adapté puisque, en plus de chacune des 8 fréquences programmées, il peut délivrer sur option une fréquence d'hétérodyne destinée au changement de la fréquence d'accord du voltmètre sélectif. (Voir pages 11 et 12).

wobulateur avec marqueur

La wobulation permet d'obtenir directement sur oscilloscope le tracé de la bande passante de filtres ou d'amplificateurs. Un wobulateur est donc un générateur pouvant être balayé en fréquence par une rampe à récurrence variable ; de plus, la superposition de marqueurs facilite l'interprétation des courbes.

La figure 1 représente à titre d'exemple, le 201 utilisé comme wobulateur grâce à l'accessoire 297 ; la rampe symétrique de wobulation possède une linéarité meilleure que 0,5 % et une récurrence variable de 20 ms à 20 s. Le procédé d'élaboration des marqueurs le rend utilisable pour les plus petites excursions de fréquence (touche $\pm 0,1$ Hz, marqueurs tous les 0,02 Hz), et la précision de leur emplacement est celle du maître oscillateur incorporé au synthétiseur utilisé.

L'oscillogramme de la figure 2 donne un exemple de wobulation d'un filtre large bande centré sur 1 MHz avec marqueurs à 1 MHz et à 1,1 MHz soit une bande passante de 100 kHz.

L'oscillogramme de la figure 3 représente la wobulation d'un filtre à quartz centré sur 250 kHz avec un marqueur central à 250 kHz et des marqueurs intermédiaires tous les 20 Hz.

Il est à noter que la manœuvre du

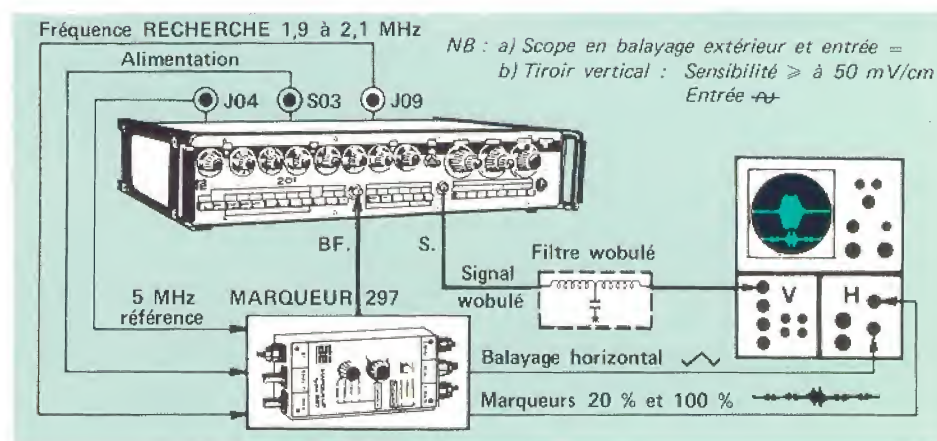


Fig. 1 - Inter connexion entre le 297 et synthétiseur wobulé.

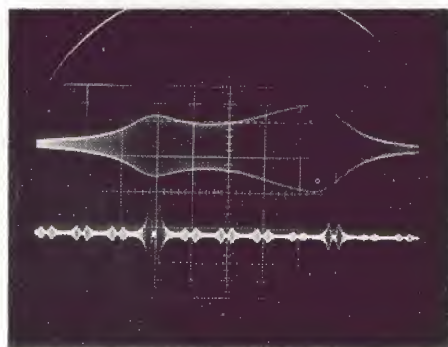


Fig. 2 - WOBULATION D'UN FILTRE PASSE BANDE 1 MHz à 1,1 MHz

Fréquence affichée : 1 MHz
Touche RECHERCHE : ± 100 kHz
Bouton RECHERCHE : à +4
Bouton Tx MOD : à 100 %
Balayage : 20 ms
Grands marqueurs : à 1 MHz et 1,1 MHz
Petits marqueurs : tous les 20 kHz

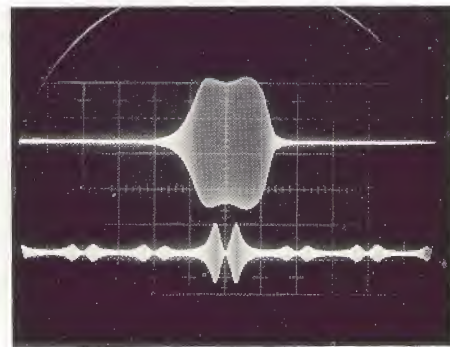


Fig. 3 - WOBULATION D'UN FILTRE A QUARTZ 250 kHz

Fréquence affichée : 250 kHz
Touche RECHERCHE : ± 100 Hz
Bouton RECHERCHE : à 0
Bouton Tx MOD : à 60 %
Balayage : 20 s
Grands marqueurs : à 250 kHz
Petits marqueurs : tous les 20 Hz

Fig. 4 - Bouton Recherche décalé

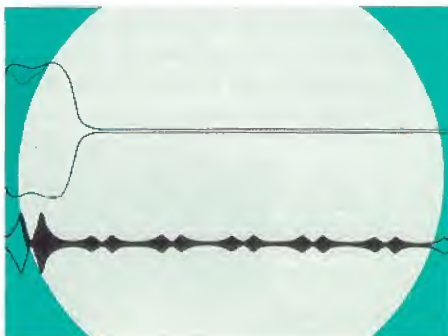
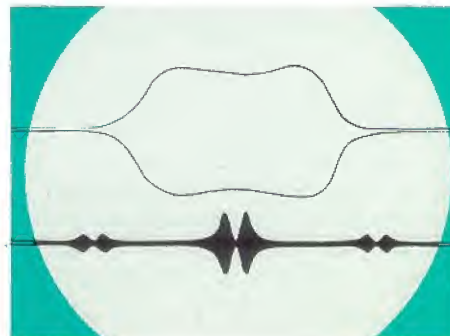


Fig. 5 - Taux de Modulation < 100 %



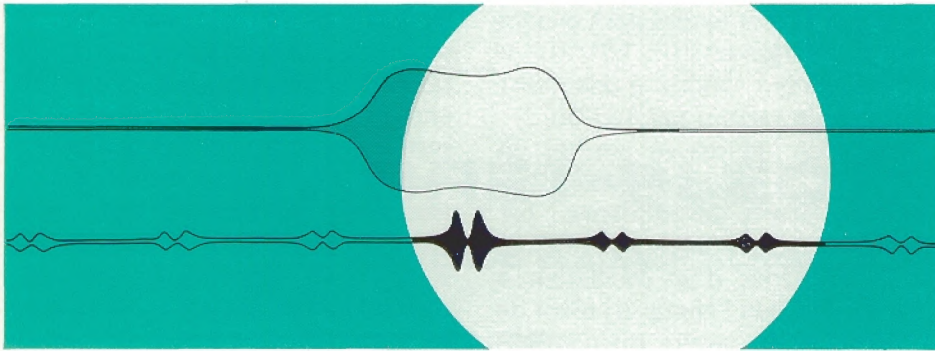


Fig. 6 - Bouton Recherche décalé et taux de modulation $< 100 \%$

bouton RECHERCHE autorise le décalage de la courbe, ce qui permet d'observer d'éventuelles anomalies au delà ou en deçà, de la fréquence de coupure du dispositif soumis à la wobulation (voir fig. 4). Par ailleurs il est possible de dilater l'oscillogramme en affichant un taux de modulation inférieur à 100 % (voir fig. 5). Bien entendu, la manœuvre des boutons RECHERCHE et Tx MOD. peut être conjugué comme l'indique la figure 6.

fréquencemètre actif

MESURE RAPIDE
A HAUTE RESOLUTION

Considérons le montage illustré par la figure 1, sur lequel on voit qu'une fréquence extérieure $F_x \pm \epsilon$ est comparée à la fréquence F_x délivrée par le 201, utilisé en fonction « Recherche »*, dans le comparateur de phase 295**. La tension analogique issue du 295 commande l'oscillateur d'interpolation du 201 et le système se comporte comme une boucle d'asservissement en phase.

La fréquence F_x est ainsi maintenue rigoureusement égale à celle du signal extérieur. Mais seuls les chiffres des décades 10^4 à 10^1 Hz sont connus et affichés. Aux chiffres supplémentaires de droite est maintenant substitué le signal de l'oscillateur « Recherche ».

Supposons que la valeur exacte soit de 34 567,891 Hz, ceci impose que la fréquence de l'oscillateur « Recherche » soit de 2 078 910 Hz.

En effet, si l'on se reporte au tableau de la page 32, on voit que le signal à appliquer à l'entrée de la decade 10^1 Hz doit se présenter sous cette forme.

Une mesure précise, à l'aide d'un fréquencemètre numérique, de la fréquence de l'oscillateur « Recher-

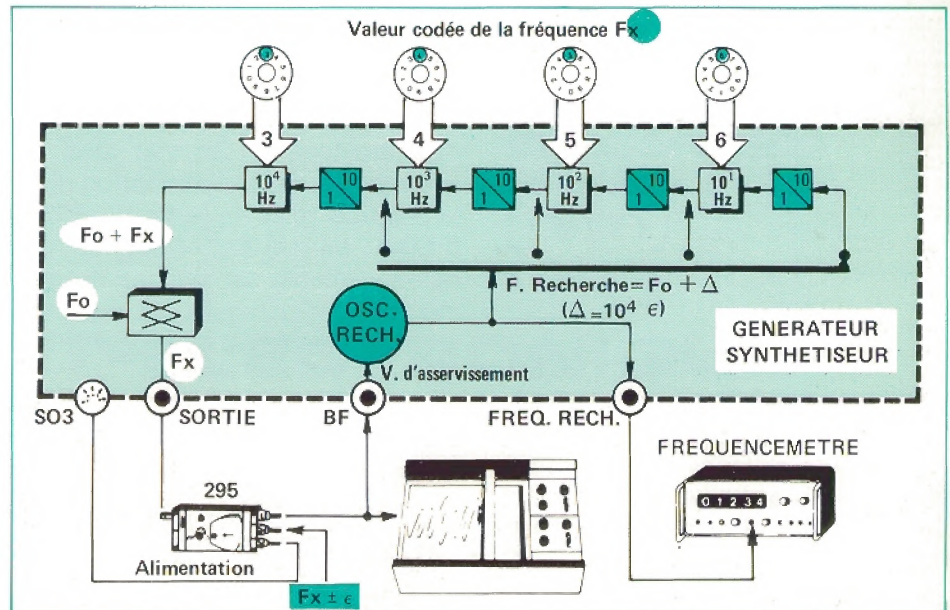


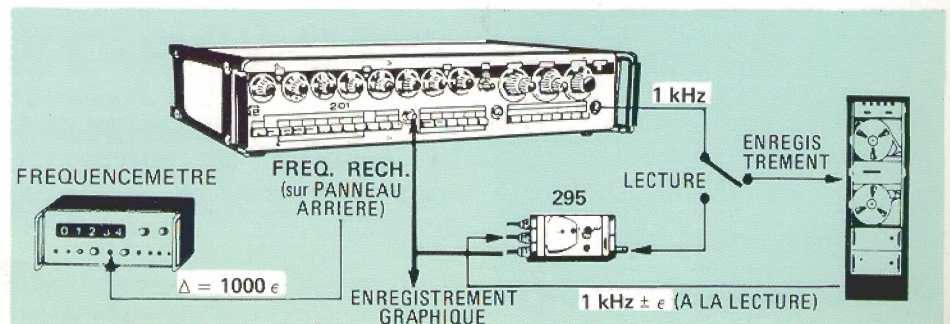
Fig. 1 - Réaction de l'oscillateur d'interpolation (RECHERCHE) sur la chaîne de synthèse itérative de fréquence

che» nous donne sur 1/100 s de temps de comptage, le nombre : 20 789 dont les trois derniers chiffres de droite expriment le complément de ceux affichés.

On a donc finalement mesuré en 1/100 s la fréquence extérieure, avec une résolution de 0,01 Hz.

Si les conditions de stabilité le permettent, une mesure effectuée dans les mêmes conditions, mais en ayant préalablement sélectionné la decade des 10^0 Hz et affiché un chiffre supplémentaire, soit 34 567, donnera au fréquencemètre la valeur de 20 891 ; le dernier chiffre corres-

Fig. 2 - Principe de la mesure du pleurage avec un générateur synthétiseur



* Voir page 39 le principe de fonctionnement du "générateur synthétiseur"

** Voir page 38, la description du 295.

pendant alors à une résolution de 0,001 Hz.

EXPANSEUR DE DERIVE

Soit la fréquence F_x affichée sur le 201 et la fréquence $F_x \pm \epsilon$ dont on désire mesurer l'évolution ϵ . D'après ce qui vient d'être exposé, la sortie du 295 agit sur l'oscillateur d'interpolation qui introduit au niveau de la décade 10^1 Hz un incrément Δ tel que la fréquence de sortie du 201 devient elle aussi égale à $F_x \pm \epsilon$.

En se reportant à la figure 1, on voit que $\Delta = 10^4 \epsilon$, en raison des 4 divi-

sions par 10 contenues dans chaque décade (ici décades 10^1 , 10^2 , 10^3 et 10^4 Hz), ce qui conduit à une multiplication de l'erreur par 10 000.

L'expansion de dérive permet en particulier, la mesure et l'enregistrement des écarts de fréquence : par exemple le contrôle et le réglage de la fréquence d'un oscillateur à quartz, ainsi que l'enregistrement de la dérive et la mesure du pleurage lent des enregistreurs magnétiques.

Mesure du pleurage (Voir Fig. 2)

Il s'agit, par exemple, de la mesure

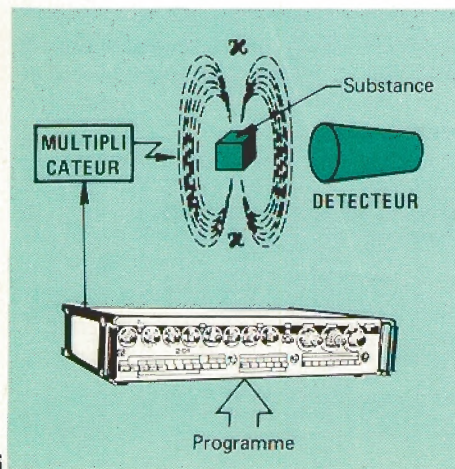
du pleurage (hum, flutter), des enregistreurs magnétiques FM ou dispositifs analogues. Une bande, pré-enregistrée par une fréquence de test F_t précise, est lue éventuellement à une vitesse différente. La fréquence de lecture, égale à K ($F_t + \Delta F_t$), sert à asservir un synthétiseur dont la gamme de dispersion est choisie pour réduire la constante de temps à une valeur suffisamment faible. La tension de sortie du comparateur de phase permet alors l'enregistrement de ΔF_t .

résonance magnétique nucléaire (rmn)

L'analyse spectroscopique par résonance magnétique nucléaire, est l'une des spectroscopies les plus exigeantes en **pouvoir de résolution** et en **stabilité**. Elle est très utilisée par les laboratoires de chimie, de biologie, et de pharmacie pour l'étude des composés chimiques.

Le principe, illustré par la fig. 1, consiste à observer l'absorption, par le corps à étudier, d'un signal élec-

Fig. 1
Principe d'une analyse spectroscopique.



trique sur une longueur d'onde déterminée, lorsque ce corps est soumis à un champ magnétique variable mais homogène. On met ainsi en évidence des raies d'absorption dont la position relative, la forme et l'intensité, permettent d'obtenir des renseignements sur la structure des molécules organiques, la symétrie des cristaux et les distances inter-atomes.

Quand la fréquence de l'onde électrique est égale à la fréquence de rotation des moments magnétiques (spin), il y a résonance et l'on obtient un signal d'absorption.

Traditionnellement, il est utilisé un oscillateur à quartz pour le champ électrique, le champ magnétique étant réglable par ailleurs mais, grâce au développement des synthétiseurs, il est possible de mettre en œuvre un champ magnétique fixe, stabilisé éventuellement sur une raie de résonance, le champ électrique étant alors variable et délivré par un synthétiseur.

On obtient donc un balayage quantifié, avec un réglage du pas suffisamment fin, de l'ordre de 0,1 Hz, chaque valeur de fréquence possédant la stabilité du maître oscillateur à quartz du synthétiseur, ($2 \cdot 10^{-9}$).

Le balayage du synthétiseur peut s'effectuer par une commande nu-

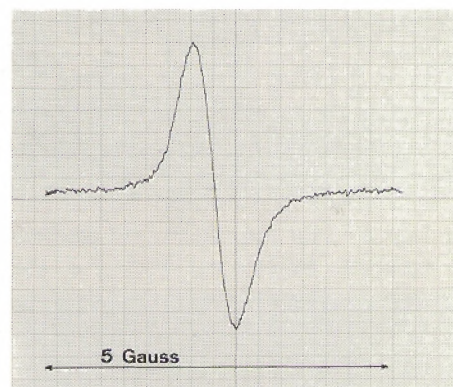


Fig. 2 Raie d'absorption du noyau ^{11}B (spin 3/2) d'une solution d'acide borique. (Fréquence 14 997 MHz).

mérique, issue du système de balayage du spectromètre.

Découplage du spin

Par suite de couplage entre les différents noyaux constituant la molécule, le spectre RMN peut être d'interprétation difficile. Le découplage du spin peut donc s'effectuer par l'intermédiaire d'un synthétiseur basse fréquence, en irradiant avec suffisamment de puissance tel multiplet par la modulation du champ magnétique ou du champ électrique.

Par exemple, l'observation des méthyles du triméthylphosphate à 250 MHz, conduit à deux raies : l'irradiation de l'échantillon à la fréquence de 101, 216 425 MHz sature la résonance du phosphore et annule l'effet du couplage proton-phosphore, le spectre des protons devient alors un singulet.

DOCUMENTATION

Chaque produit élémentaire ou ensemble («instrument + périphérique + accessoires») est normalement livré avec un manuel d'utilisation, donnant toutes informations et instructions utiles sur le fonctionnement, les conditions d'emploi, les schémas électriques, la composition et les conditions de maintenance et d'entretien courants.

Outre ce présent catalogue et les manuels d'instruction, ADRET ELECTRONIQUE dispose de diverses documentations techniques référencées ci-dessous.

- 1 Fiche technique détaillée pour chacun des appareils décrits dans ce catalogue.
- 11 Le générateur-synthétiseur de fréquence, version moderne des générateurs.
(Extrait des numéros 134 et 154 de la revue «Electronique et microélectronique industrielles» par JC. REGHINOT).

Si vous désirez recevoir une ou plusieurs de ces documentations, veuillez compléter et nous retourner la «correspondance réponse» ci-contre :

- 12 Asservissement d'un pilote à quartz sur une référence perturbée.
(Extrait de la conférence faite par M. CHARBONNIER à la SEE, le 31 MAI 1972).
- 21 Le synthétiseur dans les télécommunications.
(Extrait du numéro 376 de la revue «Toute l'électronique» par J. LEROY).
- 22 L'utilisation des synthétiseurs de fréquence pour la synchronisation des réseaux de diffusion et le pilotage des émetteurs T.V.
(Extrait de la conférence faite par M. LEROY au 8ème Symposium de T.V. à MONTREUX (Suisse), le 21 MAI 1973).
- 23 Synthétiseur de fréquence pour les émetteurs de la 3ème chaîne de Télévision Française.
(Extrait de la Revue O.R.T.F. n° 26 de 1972 par JC. REGHINOT).
- 31 Instabilité de fréquence des oscillateurs.
(Extrait de la Revue «l'Onde Electrique», vol. 52, fasc. 11, Décembre 1972 par J. RUTMAN).
- 32 Nouvelles possibilités en analyse spectrale.
(Conférence ADRET, Septembre 1973 par J. REMY).
- 34 Stabilité de fréquence et pureté spectrale des générateurs synthétiseurs de fréquence.
(Extrait de la revue Electronique Actualités n° 317 par J. RUTMAN et R. CHARBONNIER).
- 35 Mesure directe de la pureté spectrale des oscillateurs stables.
(Extrait de la revue «l'Onde Electrique», vol. 55, n° 2 de Février 1975 par J. REMY).
- 37 Application de la synthèse de fréquence à l'analyse spectrale.
(Extrait de la revue Electronique et Microélectronique Industrielles n° de Février 1975 par J. RUTMAN et R. CHARBONNIER).
- 41 Propriétés et applications du synthétiseur itératif à oscillateur d'extrapolation.
(Extrait de la revue «l'Onde Electrique», vol. 52, fasc. 11, Décembre 1972 par R. CHARBONNIER).

FILIALES & AGENTS EN FRANCE & A L'ETRANGER

FRANCE

Société BASCOUL-ELECTRONIQUE
31200 TOULOUSE - 35, rue Luchet
Tél: 48.99.29 Téléc: 51953 Réf 154

Société DIMEL Immeuble «LE MARINO»
83100 TOULON - Avenue Claude Farrère
Tél: (94) 41.49.63 Téléc: 43093 F

Société ELIC 38 38700 LA TRONCHE
8-10, avenue du Grand Sablon
Adresse postale:
Cédex 294, Grenoble Centre de tri
38044 GRENOBLE CEDEX
Tél: (76) 87.67.71 Téléc: Barisien 32.739/f

Société SDREDIA CHATILLON SUR SEICHE
B.P. 1413 35015 RENNES CEDEX
Tél: (99) 50.50.29 Téléc: 95359 SDREDIA

EUROPE C.E.E. - COMMON MARKET

Allemagne - Germany

OMV - ADRET*
2 000 HAMBURG 62
Langenhorn Chaussee 96
Tél: 50.11.67 Téléc: 02.174.368

Belgique et Luxembourg Belgium and Luxembourg

SAIT ELECTRONICS B-1190 BRUXELLES
66, Chaussée de Ruisbroek
Tél: 02 376.20.30 Téléc: 21601 SAIT 88
Téléc: WIRELESS - BRUSSELS

Grande-Bretagne - Great Britain

RACAL INSTRUMENT Ltd.
WINDSOR Berkshire SL4 1SB Duke Street
Tél: (075.35) 69811
Téléc: 847013 Racal Windsor

*Filiales/Subsidiaries.

Hollande - The Netherlands

SAIT ELECTRONICS NEDERLAND
ROTTERDAM 3021 Streveldsweg 700/507
Tél: 010.81.4644/010.81.4841
Téléc: 24315 Téléc: WIRELESS

Italie - Italy

TECHNITRON S.R.L.
● 00197 ROMA Via Mangili 20
Tél: 805647 Téléc: 68171 TECHNITRON
● 20144 MILANO Via California, 12
Tél: 469.03.12 Ad. Téléc: TECHNITRON
Téléc: 32952 TECMI

EUROPE - OTHER WESTERN EUROPEAN COUNTRIES

Espagne - Spain

HISPANO ELECTRONICA S.A.
MADRID 20 Comandante Zorita, 8
Tél: 233 31 00/233 16 01 Téléc 22404 elec-e
Ad. téléc: HISPATRONICA

Portugal - Portugal

ALBERTO MARIA BRAVO & FILHDS
Praça de Londres 3,3 D, LISBONNE 1
Tél: 72 81 45/46/47 Téléc: 1295 BEBRA P
Téléc: BEBRA - LISBOA

Norvège - Norway

HENACO A/S OSLO 5 Okern Torveig 13
Box 248 Okern - OSLO 5
Tél: 47 2 15 75 50 Téléc: 16716 HENAC N
Téléc: HENACO

Suède - Sweden

SRA Svenska Radio AB
Fack: 102 20 STOCKHOLM
Tél: (08) 22 31 40 Téléc 100 94 SRAS

Danemark - Denmark

TECHNITRON
DK-3660 STENL SE 6, Damvej.
Tél: (03) 17 14 00 Téléc: TECHNITRON
Téléc: 608.06 TECH. COPENHAGEN

EUROPE CENTRALE - CENTRAL EUROPE

SEMIRA
92100 BOULOGNE 41, av. du Général Leclerc
Tél: 609.08.05 Téléc: 204 721

AFRIQUE - AFRICA

MESURELEC
ALGER 144, Bd Salah Bouakouir,
Parc de la Liberté - Tél: 60.45.70 et 71

MOYEN-ORIENT - MIDDLE EAST

Iran - Iran
FARATEL Co
Kandovan Alley PO.Box 11/1682 TEHERAN
Tél: 667030 & 665036 Téléc: Iranfaradeh
Inde - India
KASHINATH & Co
HYDERABAD 500028 (AP) 10-2-289/71, Shantinagar
Tél: 36942 Téléc: Kashco 015-450

EXTREME ORIENT - FAR EAST

Japon - Japan
MATSUSHITA ELECTRIC TRADING
● TOKYO World Trade Center Bldg.
No. 4-1 Hamamatsu-Cho, 2-Chome Minato-Ku
P.O. Box 18-Trade Center Tél: (03) 435.4558
Téléc: J2 4647 MATSUELE
● OSAKA Kawaramachi Bldg.
71-5 Chome, Kawaramachi, Higashi-Ku
Tél: (06) 202 1221
Téléc: J 63 380 MATSUELLE

AMERIQUE LATINE - SOUTH AMERICA

Argentine - Argentina
RAYD ELECTRONICA Belgrano 990
1092 - BUENOS AIRES Ad. Téléc: Rayotronica
Tél: 181779 Téléc: 122153 AR RAYDX
Téléc: Rayotronica BS.AS.

Brésil - Brasil

IGB-STAUß ELETRONICA S.A.
SAO PAULO - P.O. Box 30.318
Téléc: 011-23135 - Téléc. Sapestab-Sao Paulo - Brésil

AMERIQUE DU NORD - NORTH AMERICA

Canada

ASSOCIATES TEST EQUIPMENT Limited
SCARBOROUGH Ontario M1W 257
3530 Pharmacy Avenue
Tél: 416 497 2208 Téléc: 610 492 0122

Mexique - Mexico

EPSILON S.A.
MEXICO 13. D.F. Sevilla 4/5 Col. Portales
Tél: 539.86 89

U.S.A.

ADRET CORPORATION*
Executive Park West
1630 Manheim-Pike LANCASTER Pa. 17601
Tél: (717) 569 7059 Téléc: 5106574434

OCEANIE - OCEANIA

Australie - Australia

AMALGAMATED WIRELESS (AUSTRALASIA)
Engineering Products Division
422 Lane Cove Road, NORTH RYDE
NSW AUSTRALIA
PO Box 96, NORTH RYDE - NSW 2113
Tél: 888 8111 Télégram. «Wireless» SYDNEY
Téléc: AA20623

Nouvelle Zélande - New Zealand

A.W.A. 36-44 Adelaide Road
WELLINGTON PO Box 830 Tél: 51 879
Téléc. «Expanse» Wellington



adret électronique

12 et 14 Avenue Vladimir Komarov • 78190 TRAPPES • BP 33
Téléphone : 051-29-72 • Télex : ADREL TRAPS, N° 600821